



**HERNÂNI PAIS
PACHECO**

**UMA ABORDAGEM AO *OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS* NUMA INDÚSTRIA DE
REVESTIMENTOS COM CORTIÇA**



**HERNÂNI PAIS
PACHECO**

**UMA ABORDAGEM AO *OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS* NUMA INDÚSTRIA DE
REVESTIMENTOS COM CORTIÇA**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Luísa Ramos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho ao Miguel

o júri

presidente

Professor Doutor José António, de Vasconcelos Ferreira
Professor Associado da Universidade de Aveiro

Professor Doutor José Luís Cabral Moura Borges
Professor Associado da Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia

Professora Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à Professora Ana Luísa Ramos pela disponibilidade, orientação, compreensão e exigência fundamentais para todo este projeto.

Agradecer à Amorim Revestimentos a oportunidade dada para realizar este projeto. Agradecer ao Paulo Ferreira e ao Luís Espinhosa por toda a orientação, companheirismo e apoio ao longo destes meses. Agradecer a todos os colaboradores da Amorim Revestimentos, porque sem eles este projeto nunca teria sido possível. Ao instituto *Kaizen*, na pessoa da Carolina Aparício, o meu obrigado.

Agradecer à Universidade de Aveiro, nomeadamente, a todos os meus professores, sejam eles do curso Economia ou de Engenharia e Gestão Industrial, o vosso contributo foi fundamental para alcançar o dia de hoje. Um especial agradecimento à Professora Marlene Amorim por toda a paciência e por nunca ter desistido; à Professora Andreia Vitória pela amizade e por todas as horas de conversa.

Aos meus amigos e a todos os que em alguma forma fizeram parte deste percurso académico, obrigado. Por todas as horas, por todos os momentos, por todas as aventuras, por todo o apoio que foi fundamental para que este dia fosse possível.

Obrigado à minha família por me terem proporcionado algo na vida, porque tudo tem um começo.

Um especial agradecimento à Ana Dias pelo crescimento, pela preocupação constante e por todo o suporte.

Por fim, agradecer à Sara. Pelo suporte, pela paciência, pelo carinho, pelo espírito crítico, pela exigência e por tudo o que ajudaste a construir, não só neste projeto, mas, principalmente, ao longo da vida. Porque sem ti garantidamente não seria o homem que sou hoje.

palavras-chave

BPMN, Diagrama de Processos, Eficiência Industrial, *Lean*, OEE, Melhoria Contínua;

Resumo

Atualmente, com a globalização, as organizações sentem a necessidade de se adaptarem rapidamente para continuar a satisfazer as necessidades da procura. Assim sendo, uma correta recolha de dados é fundamental no processo de tomada de decisão estratégica. Posto isto, este projeto foi desenvolvido para garantir que os dados fornecidos pela produção são coerentes e fiáveis pois, só assim se conseguirá criar melhorias que aumentarão a performance do sistema.

O presente projeto insere-se num gabinete de eficiência operacional, onde são estudados os processos produtivos de forma a garantir a máxima eficiência dos equipamentos. Retrata um caso particular enquanto melhoria operacional: a qualidade dos dados fornecidos pelo chão de fábrica, nomeadamente no cálculo da eficiência dos equipamentos através do indicador *Overall Equipment Effectiveness*. Este problema tem uma complexidade acrescida devido ao indicador estar afeto, normalmente, a uma linha de produção que produz uma multiplicidade de produtos e não a um único equipamento, como sugere a literatura.

A metodologia utilizada para a resolução do problema estudado compreende o conhecimento, a conceção, a implementação e a verificação de um plano de melhoria, quer do indicador, quer dos próprios dados que servem de *input* para o cálculo do mesmo. Para além desta metodologia, foi utilizada uma descoberta por processos para se conseguir esquematizar os processos-chave que se encontram na base deste indicador e da própria produção.

Através deste projeto, a empresa consegue verificar o estado real das suas linhas e equipamentos, assim como, mais facilmente, criar projetos de melhoria associados a ineficiências detetadas, permitindo desta forma alavancar verdadeiramente a produção.

Keywords

BPMN, Continuous Improvement, Industrial Efficiency, *Lean*, OEE, Process Diagram

Abstract

Nowadays, with globalization, organizations need a rapid adaptation in order to satisfy demand's requirements. Thus, correct data collection is crucial to strategic decision-making process. Therefore, this project was developed to ensure that data collected from daily production are coherent and reliable, considering it is the only pathway of creating improvements regarding the achievement of a better system performance.

This project is integrated in an operational efficiency department, where the production processes are studied in order to guarantee maximum equipment efficiency. It portrays a particular case as operational improvement: the quality of the data provided by the shop floor, namely the calculation of equipment efficiency, through the Overall Equipment Effectiveness indicator. This problem has an increased complexity because the KPI is usually related to a production line that produces a huge diversity of products, instead of a single equipment as the literature suggests.

The methodology used to the resolution of the problem in this study comprises the understanding, the design, the implementation and the verification of an improvement plan, either of the indicator or the data used as input to its calculation. In addition to this methodology, a process discovery was used in order to schematize the key processes that sustain this KPI, and the production itself.

Through this project, the company is able to verify the real state of its lines and equipments, as well as to create more easily improvement projects associated with detected inefficiencies, thus allowing to truly leverage production.

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

1. Introdução	1
1.1. <i>Enquadramento e Objetivos</i>	1
1.2. <i>Metodologia</i>	3
1.2.1. <i>Metodologia baseada no ciclo PDCA</i>	3
1.3. <i>Estrutura do documento</i>	4
2. Enquadramento Teórico	5
2.1. <i>O pensamento industrial</i>	5
2.2. <i>Desempenho e Eficácia</i>	7
2.3. <i>Da origem do Lean Manufacturing aos dias de hoje</i>	8
2.4. <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	10
2.5. <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	11
2.6. <i>Descoberta e Avaliação dos Processos</i>	15
2.7. <i>Business Process Management (BPM)</i>	16
2.8. <i>Business Process Model and Notation (BPMN)</i>	19
2.9. <i>Gestão Estratégica de Equipas</i>	21
3. Amorim Revestimentos	23
3.1. <i>Da fusão entre a Inacork e a Ipocork ao Grupo Corticeira Amorim SGPS, S.A.</i>	23
3.2. <i>O Processo Produtivo da Amorim Revestimentos</i>	25
3.3. <i>O Processo Produtivo da Amorim Revestimentos Oleiros</i>	25
3.3.1. <i>Componentes</i>	26
3.3.2. <i>Acabamentos Finais</i>	28
3.3.3. <i>Amorim Revestimentos Lourosa</i>	29
3.4. <i>Marcas e Produtos AR</i>	30
4. Uma Abordagem ao OEE	31
4.1. <i>Caracterização do estado atual do sistema</i>	31
4.1.1. <i>O estado atual do registo de Paragens</i>	31
4.1.2. <i>O método atual de análise da eficiência dos equipamentos – OEE</i>	40
4.1.2.1. <i>Disponibilidade</i>	42
4.1.2.2. <i>Rendimento</i>	42
4.1.2.3. <i>Qualidade</i>	42
4.2. <i>Soluções propostas</i>	48
4.2.1. <i>Alteração ao Manual de Paragens</i>	48
4.2.1.1. <i>Princípios base</i>	48
4.2.1.2. <i>Implementação e Resultados</i>	49
4.2.2. <i>O novo método de Cálculo do OEE</i>	53
4.2.2.1. <i>Identificação das alterações e definição de conceitos</i>	53
4.2.2.2. <i>Planeamento para a implementação e Resultados</i>	55
5. Conclusão	61
6. Referências Bibliográficas	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – OEE x Dimensões e Características de um sistema de medição de desempenho (adaptado de(Jonsson & Lesshammar, 1999))	13
Tabela 2 – Resumo de Benefícios e Limitações do OEE (elaboração própria citando vários autores)	14
Tabela 3 – Elementos básicos do BPMN (baseado em (Object Management Group (OMG), 2011))	20
Tabela 4 – Lista de Códigos de Paragem (antes da implementação)	33
Tabela 5 – Resultados verificados da proposta de alteração ao método de cálculo do OEE	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Metodologia adotada para a resolução de problema – baseada em (Werkema, 1995).....	3
Figura 2 – Relação entre critérios de desempenho (adaptado de Tangen (2005)).....	8
Figura 3 – Relação entre tempos de máquina, 6 Big Losses e OEE (elaboração própria) ..	12
Figura 4 – Descoberta, implementação e avaliação de um diagrama de processos (baseado em Harmon, 2010)	16
Figura 5 – Estrutura organizacional do grupo Corticeira Amorim (Amorim, 2016)	23
Figura 6 – Estrutura organizacional da Amorim Revestimentos (elaboração própria com recurso a(Amorim, 2017)).....	24
Figura 7 – Processo produtivo Amorim Revestimentos (elaboração própria).....	26
Figura 8 – Processo Produtivo das Bases (elaboração própria)	27
Figura 9 – Processo Produtivo Componentes (elaboração própria).....	27
Figura 10 – Processo Produtivo Acabamentos Finais (elaboração própria)	28
Figura 11 – Processo Produtivo produtos Base Lourosa (elaboração própria).....	29
Figura 12 – Marcas associadas à Amorim Revestimentos	30
Figura 13 – Distribuição de linhas/equipamentos por áreas na AR	32
Figura 14 – Diagrama de Registo de produção (elaboração própria).....	32
Figura 15 – Pareto da distribuição dos tempos por tipo de paragem (janeiro 2016 a outubro 2017)	34
Figura 16 – Distribuição do tempo de paragem pelo seu tipo e tempo médio de paragem (janeiro 2016 a outubro 2017)	34
Figura 17 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Colagem.....	35
Figura 18 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Colagem....	35
Figura 19 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Corte.....	36
Figura 20 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Corte	36
Figura 21 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Laminagem	37
Figura 22 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Laminagem	37
Figura 23 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Acabamento de superfície...	38
Figura 24 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Acabamento de superfície.....	38
Figura 25 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Aglomeração e prensagem..	39
Figura 26 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Aglomeração e prensagem.....	39

Figura 27 – Diagrama de Cálculo do OEE (elaboração própria)	41
Figura 28 – Tempo de Abertura associado ao OEE.....	41
Figura 29 – Tempo associado ao cálculo da Disponibilidade	42
Figura 30 – Tempo associado ao cálculo do Rendimento.....	42
Figura 31 – Tempo associado ao cálculo da Qualidade	43
Figura 32 – OEE e seus componentes na linha Hymmen.....	44
Figura 33 – OEE e seus componentes na linha de colagem 6	44
Figura 34 – OEE e seus componentes na linha de Envernizamento HRV	45
Figura 35 – OEE e seus componentes na linha de Corte Final 5.....	46
Figura 36 – OEE e seus componentes na linha de Aglomeração 1.....	46
Figura 37 – OEE e seus componentes na Linha de Colagem de Blocos	47
Figura 38 – OEE e seus componentes na linha de pré-corte.....	47
Figura 39 – Procedimento para o registo de paragem	49
Figura 40 – One Point Lesson - Manual de Paragens.....	50
Figura 41 – Fluxograma de implementação do Manual de Paragens	50
Figura 42 – Distribuição do tempo por tipo de paragem após a implementação das alterações ao Manual	51
Figura 43 – Distribuição de ocorrência de paragem pelo seu motivo após a implementação das alterações ao Manual.....	51
Figura 44 – Comparativo entre o estado anterior e o estado atual, face à implementação do Manual na unidade de Oleiros.....	52
Figura 45 – Comparativo entre o estado anterior e o estado atual, face à implementação do Manual na unidade de Lourosa.....	53
Figura 46 – Proposta de alteração do tempo de Abertura associado ao OEE	54
Figura 47 – Proposta de alteração ao tempo associado à Disponibilidade	54
Figura 48 – Proposta de alteração ao tempo associado ao Rendimento	54
Figura 49 – Fluxograma de implementação da alteração do OEE.....	55
Figura 50 – Comparação entre o Atual método de Cálculo do OEE e a proposta apresentada – linha Hymmen.....	57
Figura 51 – Comparação entre o Atual método de Cálculo do OEE e a proposta apresentada – linha Envernizamento HRV	58
Figura 52 – Comparação entre o Atual método de Cálculo do OEE e a proposta apresentada – linha Corte Final 5	58
Figura 53 – Comparação entre o Atual método de Cálculo do OEE e a proposta apresentada – linha de Pré-corte.....	59
Figura 54 – Diagrama de Cálculo do OEE baseado na Indústria 4.0 (Pacheco et al., 2018) 63	

LISTA DE ACRÓNIMOS

AR – Amorim Revestimentos

ARO – Amorim Revestimentos – Oleiros

ARL – Amorim Revestimentos – Lourosa

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

TPM – *Total Productive Maintenance*

MPT – Manutenção Preventiva associada à AR

FPF – Falta de Plano de Fabrico

OF – Ordem de Fabrico

GO – Gama Operatória

BPM – *Business Process Management*

BPMN - *Business Process Model and Notation*

1. Introdução

Tendo em conta a crescente evolução dos mercados globais, as organizações vêem-se obrigadas a fazer evoluir as suas formas de negócio, devido ao aumento do consumo e da forma como o consumidor se comporta nos momentos em que adquire bens e serviços. Dessa forma, as empresas sentem a necessidade de se adaptar às mudanças que acontecem atualmente, não só para inovarem, mas para aproveitar novos nichos de mercado que possam advir dessas alterações. Para tal é necessário que estas adotem estratégias que permitam o aumento da sua competitividade e a diferenciação da sua concorrência direta ou indireta. Como exemplo destas medidas, a diversificação de produtos ou até mesmo a customização de acordo com as exigências do cliente, assim como, a procura constante da melhoria contínua dos processos de produção são algumas das estratégias utilizadas para aumentar a competitividade.

Posto isto, considerando que nos últimos anos o estado do setor da construção civil tem sido de desaceleração no seu crescimento, a indústria de revestimentos com cortiça não foi exceção nesse contexto socioeconómico. No entanto, atualmente, Portugal exporta mais de 900 milhões de euros em produtos de cortiça, representando cerca de 7,5% das exportações nacionais, ainda que apenas 25% destes produtos de cortiça sejam referentes a materiais de construção e decoração (Lusa, 2017). Neste sentido, é de extrema importância garantir a qualidade do produto, o nível de serviço ao cliente e respetiva capacidade de resposta pois estes são fatores preponderantes para impulsionar este setor económico.

1.1. Enquadramento e Objetivos

O presente projeto incide sobre a atividade da Amorim Revestimentos, S.A., sendo designada por AR, mais especificamente sobre a área Técnica, nomeadamente no Gabinete de Eficiência Industrial, cuja missão é acrescentar valor à cortiça, de forma competitiva, diferenciada e inovadora, em perfeita harmonia com a Natureza.

Atualmente, Portugal é o principal exportador de produtos de cortiça, com uma quota de mercado mundial superior a 63%, e o principal produtor de cortiça através dos Montados, florestas de sobreiros, que representam perto de 50% da produção mundial. É de salientar que, embora a produção de soluções para o mercado de construção corresponda a cerca de 25% do total da transformação de cortiça, as exportações, em volume, representam perto de 70% do total produzido (APCORK, 2017).

A verticalização conseguida ao longo dos anos permitiu que o Grupo Amorim se tornasse líder de mercado da cortiça durante 147 anos e que se diversificasse nas diferentes finalidades dadas à cortiça. O grupo encontra-se representado em múltiplas áreas de negócio, nomeadamente na Indústria Vinícola e Espirituosos, através das Rolhas, na Construção e Infraestruturas, assim como na Arquitetura e Design, através dos Isolamentos, Revestimentos, Compósitos, mas também no Desporto, Indústria Aeronáutica, Transportes ou Energia. O Grupo Amorim atua então em cinco grandes áreas de negócio: Matéria-Prima, Rolhas, Revestimentos, Isolamentos e Aglomerados Compósitos.

A AR é líder mundial na produção e distribuição de revestimentos com cortiça. Com presença consolidada em mais de 50 países, é através da sua aposta na inovação, diferenciação e qualidade que garante um crescimento contínuo ao longo dos anos. Contando com vários lançamentos de produtos inovadores, a posição da AR é cada vez mais consolidada em todos os continentes. Para além da inovação constante, a forte aposta na renovação das suas linhas de produtos permite colmatar as necessidades dos mercados, garantindo assim uma maior satisfação dos seus clientes. Contando com excelência nos seus produtos, assim como no processo produtivo, a AR recebeu uma menção honrosa na última edição dos prémios *Kaizen Lean*, justificando a procura da melhoria contínua dos seus processos.

A medição da eficiência dos equipamentos é uma prática da gestão corrente da AR, o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é o indicador que faz esta avaliação, ao longo do projeto foi elaborado um modelo que permite visualizar, de uma forma mais realista, as ineficiências dos equipamentos ao longo de todo o processo produtivo, para que seja possível, através da utilização ferramentas de melhoria contínua, solucionar as falhas detetadas, aumentar a performance dos equipamentos, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e aumentar a qualidade dos produtos.

Um dos principais desafios deste trabalho prendeu-se com a multiplicidade de produtos, de equipamentos e de pessoas envolvidas, com o intuito de ultrapassar estes desafios e com intuito de que este possa perdurar ao longo do tempo de uma forma sustentável, o projeto foi desenvolvido em fases muito bem estruturadas e com o envolvimento da gestão de topo. Desta forma e tendo em conta a importância económica atribuída ao setor da cortiça e o estatuto da empresa no panorama nacional e mundial, tornaram este projeto desafiante e com uma responsabilidade acrescida, na medida em que as alterações ao OEE permitiram criar um impacto positivo na atividade da empresa e com possibilidade de replicação às restantes unidades do Grupo.

O trabalho realizado envolveu o desenvolvimento de um método de cálculo para o indicador *Overall Equipment Effectiveness*, baseado na versão estandardizada e nas suas variações, encontradas nas mais

diversas referências, simulando e sendo, posteriormente, implementas em cinco linhas-piloto, para posterior replicação a toda a empresa. Adicionalmente, pretendeu-se analisar qual o impacto das alterações efetuadas aos equipamentos e às gamas operatórias no custo de produção do produto.

1.2. Metodologia

Como fase inicial, foi necessário compreender de que forma é que o indicador estava a ser calculado, nomeadamente no registo de Paragens. Dessa forma utilizou-se uma metodologia baseada no ciclo PDCA que permitiu percorrer todas as etapas do projeto.

1.2.1. Metodologia baseada no ciclo PDCA

A metodologia seguida baseou-se na filosofia do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) e procurou criar um ciclo contínuo de melhorias nos processos em que cada ponto final de uma melhoria se torna um novo ponto de partida (Werkema, 1995). Com o intuito de sustentar todas essas melhorias, a padronização serve de uma espécie de “cunha”, evitando possíveis recessões ao longo do tempo, através da criação de normas e regras de padronização das alterações implementadas. Como podemos observar pela figura 1, esta metodologia encontra-se dividida em quatro passos.

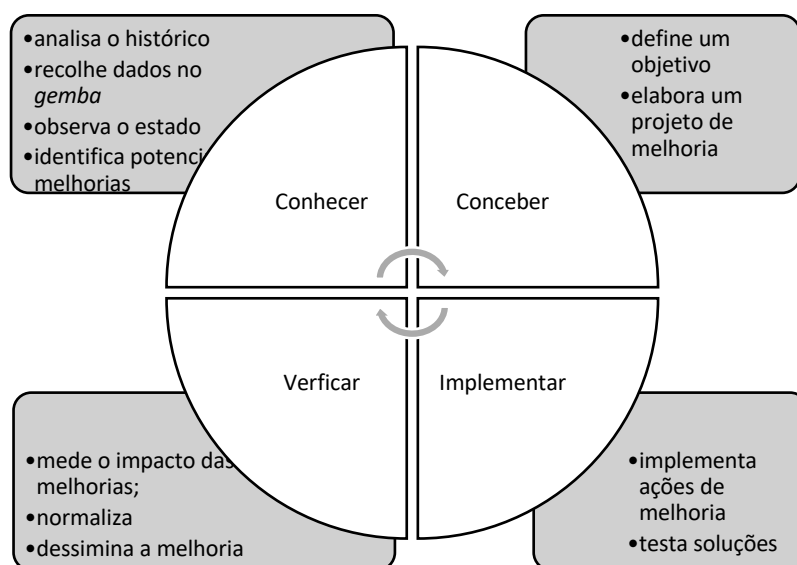


Figura 1 – Metodologia adotada para a resolução de problema – baseada em (Werkema, 1995)

O conhecimento é a primeira fase da metodologia e consiste em fazer o levantamento de toda a informação relativa à situação atual de um determinado problema, tratando essa mesma informação. Após este tratamento, recorre-se à análise de indicadores para identificar potenciais melhorias. Ao analisar a viabilidade, o tempo e custo de execução consegue-se filtrar e priorizar as possíveis oportunidades de melhoria.

A segunda fase define e projeta um plano de melhoria. Através da definição dos principais objetivos é elaborado um plano que permita alcançar os resultados desejados.

Na fase de implementação, executa-se o plano definido na etapa anterior, assim como todas as ações de melhoria com este relacionado. Em muitos casos, nesta fase são realizadas formações e treinos específicos aos colaboradores e por este motivo é importante desenvolver técnicas de motivação que conduzam os operadores a terem uma menor resistência à mudança para e que estes sintam vontade em melhorar.

Por último, a fase de verificação e validação permite estabelecer um comparativo entre o estado inicial e os resultados obtidos da melhoria implementada. Quando se verificam melhorias o processo volta novamente à etapa inicial após normalização desta melhoria, dando origem a novas oportunidades, caso contrário, volta-se à situação inicial para perceber o que falhou, de que forma se pode ultrapassar as dificuldades encontradas e atingir os objetivos propostos (Institute Kaizen, 2008)

1.3. Estrutura do documento

O presente documento encontra-se estruturado em cinco capítulos, neste primeiro capítulo é feita uma introdução de forma a enquadrar o tema abordado, assim como os objetivos inerentes ao desenvolvimento do projeto e a metodologia abordada para atingir os objetivos definidos.

No segundo capítulo apresenta-se um enquadramento teórico considerado pertinente para a execução do projeto. Desta forma, são abordados conceitos relevantes na área da eficiência industrial, nomeadamente o *Lean*, TPM e o OEE, bem como a definição de conceitos associados à área. Sendo a modelação por processos parte estruturante deste projeto, procurou-se, junto da literatura, justificar a sua utilização. Por último, alargou-se a pesquisa para entender de que forma a gestão de equipas influencia positiva ou negativamente a performance.

O Capítulo 3 destina-se à caracterização da organização em estudo e, em particular, da área sobre a qual este projeto incide. Destaca-se a apresentação das competências e processos-chave desta organização.

No quarto capítulo é elaborado o estudo de caso, apresentando-se todo o diagnóstico que serviu de base para a caracterização do projeto, assim como os princípios e características do sistema que estão na génese do trabalho desenvolvido.

Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões do autor sobre o desenvolvimento deste projeto e ainda algumas considerações futuras de forma a dar continuidade ao trabalho realizado.

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo serão explorados os principais conceitos e fundamentos teóricos que serviram de base ao desenvolvimento deste projeto.

Inicialmente, é apresentado o conceito de *Lean Manufacturing*, sobre o qual é exposta uma breve descrição dando a conhecer a sua origem, os seus princípios, pilares e principais ferramentas e técnicas utilizadas por inúmeras empresas ao longo dos anos, nomeadamente o Grupo Amorim. Tendo em conta a realidade da AR, faz-se uma exposição mais detalhada das ferramentas e técnicas utilizadas pela empresa e que de uma ou de outra forma possam estar relacionadas com o projeto, nomeadamente o *Total Productive Maintenance* (TPM) e o indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), que é um dos pilares deste projeto.

Encontrando-se este projeto ligado a uma abordagem por processos, nomeadamente nos processos de recolha e tratamento de dados de produção, será apresentada uma visão geral do conceito de *Business Process Management* (BPM), assim como da notação usada ao longo do projeto, conhecida como *Business Process Model and Notation* (BPMN), as suas versões, as vantagens na sua utilização, bem como a metodologia para a sua implementação.

Por último, mas não menos importante, perceber de que forma a gestão estratégica das equipas pode exercer influência sobre o Rendimento dos equipamentos, nomeadamente o efeito de *Hawthorne*.

2.1. O pensamento industrial

“Today better than yesterday; Tomorrow better than today”, citando Imai (2004). Considerando que os recursos são cada vez mais escassos, a necessidade de com pouco fazer-se muito é insurgente. A cada dia que passa tornar os processos e os produtos melhores, mais competitivos e mais apelativos aos mercados. Embora a Amorim Revestimentos seja líder mundial no seu sector, é essencial pensar mais além do que a simples realidade de hoje, procurar e encontrar estratégias que possibilitem prever o futuro e dar um passo à frente. Ver mais e melhor (Gasch, 1996). No entanto é importante para os gestores definirem entre “para onde se quer ir” e “como o vamos atingir”, pois só dessa forma conseguirão criar um fluxo contínuo de vantagens competitivas, vantagens essas que não podem ser consideradas como verdades absolutas e definitivas, pois a realidade de hoje não será a mesma de amanhã (Prokesch, 1997).

Na verdade, considerando a conjuntura dos mercados atuais, onde a constante mudança torna difícil pensar nesta dicotomia e irracionalmente se assume o aumento do risco, já que as decisões tomadas

pelos gestores nem sempre trazem os melhores resultados. Desta forma, torna-se evidente que é fundamental tomar medidas que estimulem um bom processo de decisão num curto espaço de tempo e ao mesmo tempo que seja um processo decisório eficaz, de alta qualidade e com um apoio generalizado. Alguns autores estudaram sobre estas medidas, a forma como devem ser aplicadas e os efeitos que podem advir da sua implementação. Já Levitt (1960), em *Miopia em Marketing*, nos dizia que o facto de os gestores se reunirem regularmente para discutir um determinado objetivo, reduzem a probabilidade de as empresas se negligenciarem na tomada de uma decisão. O conceito de intuição coletiva ao ser aplicado no meio empresarial permite criar um sentido de insatisfação contínua pelo produto, levando à discussão de novas ideias de melhoria, atitude que acaba por se tornar um hábito fomentar dessa forma a inovação e o aumento do número de vantagens competitivas face aos seus concorrentes diretos (Abernathy & Clark, 1985; Nicolas, 2004). O valor deste conjunto de pessoas é tanto maior quanto maior for a diversidade das suas opiniões. Para tal, a obtenção de opiniões diferenciadas conduz a um maior conjunto de soluções possíveis para resolver um problema seja ele estratégico ou operacional (Fishman, 1998). Como em qualquer discussão, e tendo em conta o aumento da diversidade, a tendência é surgirem conflitos negativos, o antagonismo, a desavença, a confusão, a discórdia (Tjosvold, 1990). Para que isto não aconteça é necessário criar uma gestão que assente a liderança numa pessoa que tenha a capacidade contínua de autoestudo, treino, educação e experiência, na tentativa de melhorar o ser, o saber e o fazer, uma pessoa que seja o exemplo (Jago, 1982) sendo que o pensamento desta pessoa deve ser baseado no fazer melhor, todos os dias, todos juntos.

Existem inúmeras estratégias para alcançar o sucesso, ou reduzir a probabilidade de ter um cenário desfavorável. No entanto, todas elas se centram em duas vantagens competitivas: a estratégica e a operacional. A vantagem estratégica permite um aumento de benefício do produto na ótica do cliente, através da criação de mecanismo de destruição criativa e tem tendência a evitar situações de perda de liderança ou competitividade (Nicolas, 2004). A vantagem operacional consiste noutro tipo de resposta que a empresa pode apresentar quando um competidor tiver uma carteira de produtos com maior valor. Um produto ou carteira de produtos com maior valor são os que têm um rácio entre benefício e custo superior (Sartori, 2004).

Tendo em consideração esta equação de valor, é fácil entender que quanto menor for o custo, maior será o valor do produto. Reduzir custos, melhorar a qualidade, aumentar a produtividade, minimizar os desperdícios dos processos e flexibilizar são pressupostos que determinam a vantagem operacional, já ao reduzir os custos de produção aumenta-se o valor percebido pelo cliente, sem reduzir a margem de lucro (James P. Womack, Jones, & Roos, 1990)

Uma empresa para ser competitiva, alcançar a liderança de mercado e mantê-la ao longo dos tempos tem de focar o seu compromisso de solução numa harmonia entre a vantagem competitiva e estratégica. Ora este projeto, apesar de não procurar desenvolver novas vantagens estratégicas que garantam um posicionamento face à concorrência, nem procurar verdadeiramente uma vantagem operacional, procura combinar as duas para transmitir uma melhor realidade do chão de fábrica e que, dessa forma, se tomem decisões mais assertivas e que criem um melhor e maior impacto na produtividade dos equipamentos.

2.2. Desempenho e Eficácia

O termo desempenho considera quase todos os objetivos que estão relacionados com a capacidade competitiva ou com a excelência na produção, tais como custo, flexibilidade, velocidade, fiabilidade e qualidade. No mesmo sentido, afirma-se que os termos desempenho e produtividade são comumente usados e raramente definidos ou adequadamente aplicados, o que consequentemente leva a que sejam confundidos e referidos de forma intercambiável, juntamente com os conceitos como eficiência, eficácia e rentabilidade (Tangen, 2005).

Sink e Tuttle (1989) sugerem uma definição dos critérios para medição do desempenho de um sistema. Assim, apresentam uma definição para os termos produtividade, eficácia, eficiência e rentabilidade. O termo Eficácia é definido como o cumprimento real do que é esperado no seu correto tempo e com a e na qualidade correta. Assim, num contexto de sistema de produção, diz-se que é a relação entre o que pode ser produzido e o que realmente foi produzido, tendo em conta o tempo de produção e a qualidade apresentada. O termo Produtividade é a relação entre o que sai do sistema, conforme esperado e o que entra, ou seja, os recursos para a produção. A Rentabilidade é uma medida da razão entre custos de produção com as receitas obtidas com a mesma.

Tangen (2005) mostra a verdadeira importância em definir o conceito de desempenho num conjunto de critérios como a eficiência, a eficácia, a produtividade e a rentabilidade e para isso esquematizou como é demonstrado na Figura 3. Como é ilustrado pela mesma, a produtividade é uma relação entre as saídas e entradas de um processo ou sistema, sendo que as saídas estão relacionadas à eficácia e as entradas com a eficiência. Já a rentabilidade abrange a produtividade, é o valor recebido com as saídas e os custos tidos com as entradas. Por último, o desempenho é o conjunto de todos estes critérios para o sucesso da organização.

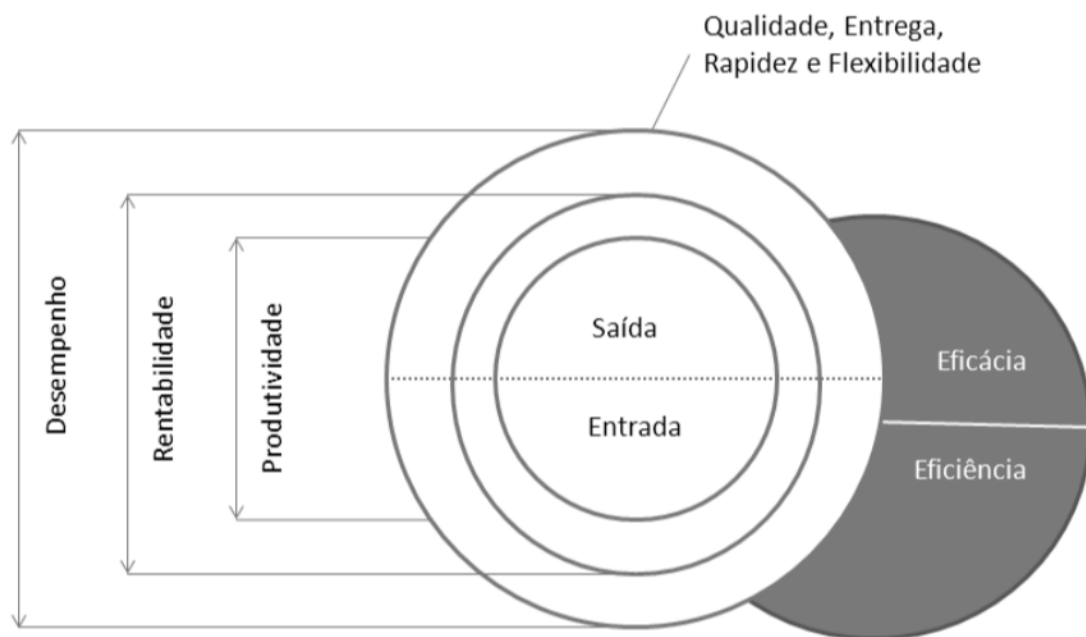


Figura 2 – Relação entre critérios de desempenho (adaptado de Tangeen (2005))

Neste sentido, o projeto desenvolvido tem como objetivo perceber de que forma um indicador está a ser bem utilizado ou não, ou seja, avaliar a utilização da capacidade pela medição da eficácia do sistema de produção. Elmaghraby (1991) afirma que a capacidade é algo que é simples de ser definido, no entanto é muito difícil de ser mensurado.

2.3. Da origem do Lean Manufacturing aos dias de hoje

Usado pela primeira vez por John Krafcik em 1988 (Holweg, 2007), o pensamento *Lean* encontra-se disseminado um pouco por toda a história, embora não seja completamente o conceito que o torna conhecido atualmente. Tal como noutros tipos de filosofias e pensamentos, o pensamento *Lean* é o resultado de uma evolução progressiva ao longo dos tempos (Hines, Holweg, & Rich, 2004).

Segundo Womack (2002), Henry Ford foi o primeiro a integrar completamente um processo produtivo. Apesar do processo implementado possuir conceitos focados na redução de desperdício, como o trabalho standardizado ou o fluxo contínuo de produção, no entanto também continha algumas limitações, nomeadamente na variabilidade de produtos.

Através do livro “a máquina que mudou o mundo”, de James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross, o Ocidente ganhou um maior interesse sobre esta nova filosofia de produção, muito devido aos elevados níveis de desempenho do Sistema Produtivo da Toyota (TPS) quando comparados com outros construtores automóveis (Hines et al., 2004). Podemos afirmar que este livro acaba por ser um dos

grandes marcos da história do *Lean Manufacturing* tendo em conta que é nele em que se batiza o termo (Shah & Ward, 2007) e transforma este sistema produtivo num fenómeno à escala mundial.

Tal como todo em todo o processo de melhoria contínua, também a definição foi sofrendo alterações ao longo dos anos. Womack et al. (1990) referem-se a esta filosofia como a melhor combinação de características da produção pré-industrial com a produção em massa.

Warnecke e Huser (1995) designam o *Lean Manufacturing* como um conjunto de metodologias que abrangem toda a organização e permitem à mesma um elevado estado de competitividade, enquanto Bhasin e Burcher (2006) caracteriza-a como uma filosofia que permite reduzir o *lead time* (LT) eliminando as fontes de desperdício.

Ao incluir a possibilidade de melhorar os métodos de trabalho enquanto ponto central da filosofia *Lean*, sendo este um processo difícil e uma implementação lenta e com algum método, acompanhada por uma alteração da cultura da organização e não apenas da implementação de ferramentas (Parks, 2002).

O significado de Shah e Ward (2003) baseia-se na redução de desperdícios e na transversalidade da filosofia a toda a organização, mas acrescenta uma nova característica - a finalização de produtos ao ritmo da procura do cliente.

Oliver et al. (2007) demonstram que num sistema de produção baseado na filosofia *Lean* os materiais fluem continuamente numa base *just-in-time*, sendo que a génese do sistema passa pela prevenção do erro e não na sua correção.

Conclui-se assim que, embora exista uma evolução evidente ao longo dos últimos anos, o conceito assenta num princípio singular: a redução de desperdícios. Esta presume o conhecimento da cadeia de valor da organização, qual o real valor que o cliente dá a produto/serviço, qual a abrangência do desperdício, que o fluxo de produção e a quantidade produzida são controladas pela procura, que paradigmas necessitam de ser rompidos e que existem sempre alguma maneira de otimizar o estado atual.

2.4. Total Productive Maintenance (TPM)

Na década de 70, Seiichi Nakajima, apresenta o conceito de *Total Productive Maintenance (TPM)* como sendo uma manutenção preventiva dos equipamentos realizada pelos próprios operadores, através da elaboração de um pequeno conjunto de tarefas. Subjacentes a este conceito estão as ideias de reforço da eficácia dos equipamentos e providenciar um grupo para a realização das tarefas de manutenção (Huang et al., 2002).

O TPM constrói uma associação entre a manutenção e a produtividade, demonstrando a forma como a manutenção conduzirá a uma maior produtividade dos equipamentos. Numa filosofia de melhoria contínua, Nakajima (1989) afirma que um processo de gestão da manutenção leva a que todos os recursos humanos alcancem o mútuo objetivo da eficiência produtiva.

O TPM não passa por envolver apenas a manutenção e a produção, vai para além dos departamentos diretamente ligados, procura todos os que de alguma forma, direta ou indireta, possam ajudar a melhorar a eficiência. As sinergias que resultam destas ações permitem uma manutenção que otimiza a eficiência dos equipamentos, reduzindo ou eliminando as avarias e promovem o sentimento de posse do equipamento pelo operador, transparecendo um sentimento de simbiose entre homem e máquina, comprometendo-o (Suzuki, 1994).

O principal objetivo das empresas, regra geral, consiste em maximizar as saídas, utilizando para isso, o mínimo de entradas possíveis, considerando como entradas os colaboradores, os equipamentos e os materiais, e como saídas a maximização da produtividade, melhoria da qualidade, diminuição dos custos. Com o aumento da automatização da produção, os equipamentos passam a ser os fatores mais contributivos para o aumento do output, dessa forma as condições dos equipamentos influenciam de forma considerável tanto a produtividade, como também a qualidade e os custos. Todas as empresas evoluem, umas de forma positiva, outras de forma negativa. Para que estas consigam evoluir de uma forma positiva é necessário avaliar a situação em que se encontram, descobrir os pontos mais frágeis na organização e melhorá-los, tornando-os oportunidades de melhoria. Para que isso aconteça, são necessários indicadores de desempenho que permitam avaliar não só a situação em que se encontra a organização atualmente, mas que permita uma comparação com situações futuras. (Nakajima, 1989).

No âmbito do TPM é utilizada a Eficácia Global dos Equipamentos (*Overall Equipment Efficiency - OEE*), como forma de avaliar a capacidade de produção dos mesmos. O OEE é um indicador que permite medir e melhorar a eficiência do processo produtivo (Nakajima, 1989).

No subcapítulo seguinte será estudada uma abordagem mais detalhada ao OEE, explicando no que consiste, como se obtém e de que forma se pode melhorar.

2.5. Overall Equipment Effectiveness

A implementação do modelo TPM na gestão de sistemas de produção tem por base três premissas centrais: maximização da eficácia dos equipamentos, manutenção autónoma realizada pelos operadores e organização de pequenos grupos de melhoria (Ljungberg, 1998). Neste contexto, o *Overall Equipment Effectiveness*, OEE, tem sido amplamente utilizado como um indicador para medição do desempenho global do(s) equipamento(s) na produção que, ao estruturar a análise das perdas de utilização da capacidade, ajuda a encontrar oportunidade de melhoria contínua (Jonsson & Lesshammar, 1999) e a avaliar a evolução durante a implementação do TPM na organização (Jeong & Phillips, 2001).

Segundo Nakaijima (1989), o OEE é dividido nas chamadas *Six Big Losses* e pode ser calculado como o produto entre os índices de Disponibilidade, Eficiência e Qualidade. Existem algumas versões que subdividem estes componentes do indicador e os relacionam com as seis grandes perdas. As seis grandes perdas são divididas, segundo Nakaijima (1989) e Silva (2013):

- I. Avaria – equipamento indisponível até que a manutenção ou outra entidade o repare;
- II. Mudança de produção, afinação e outras paragens – normalmente acontecem quando se muda o padrão ou o produto em produção;
- III. Pequenas paragens – normalmente encravamentos ou paragens de curta duração, não superiores a cinco minutos;
- IV. Reduções de velocidade – é a diferença entre a produção que se deveria estar a produzir e a que, devido a alguma anomalia do equipamento ou operador, se esta a produzir;
- V. Defeitos e/ou retrabalho – representam a quantidade de produtos que são rejeitados por erros ou que tem de ser reproduzidos.
- VI. Perdas de arranque – perdas ao introduzir um novo produto na linha ou equipamento.

Como podemos observar na figura 4, o OEE pode ser entendido como uma relação entre o tempo em que existe valor acrescentado ao produto e o tempo de carga do equipamento, isto é, descontando-se as perdas de disponibilidade (I e II), as perdas de desempenho (III e IV) e as perdas de qualidade (V e VI). O cálculo do índice é dado pelo produto entre os três índices Disponibilidade (D), Desempenho ou performance (P) e Qualidade (Q) (Abramova & Abramov, 2018; Braglia, Frosolini, & Zammori, 2008).

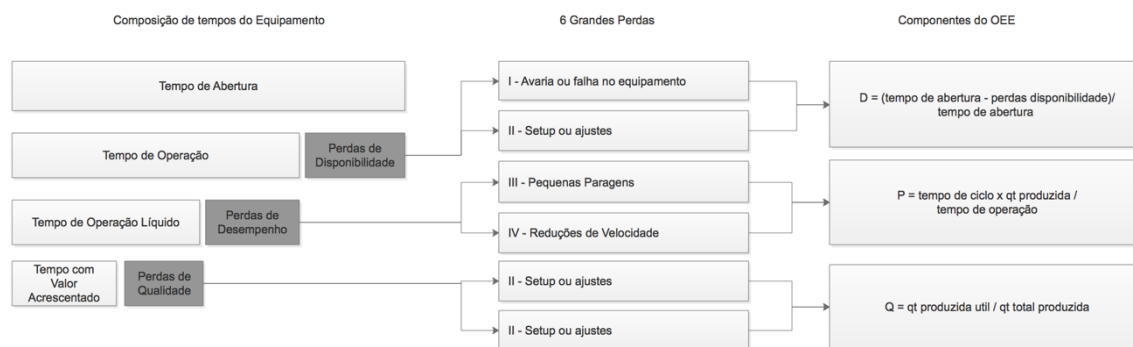


Figura 3 – Relação entre tempos de máquina, 6 Big Losses e OEE (elaboração própria)

Resumidamente, o indicador pode ser calculado pela razão entre o total de produtos bons obtidos pela capacidade de produção teórica ao longo do tempo de abertura, como podemos verificar na equação seguinte.

$$OEE = \frac{\text{total de produtos bons}}{\text{tempo de abertura} \times \text{capacidade de produção teórica por hora}} \quad (1)$$

É de salientar que a eliminação ou redução dos tipos de perdas identificados por este indicador não são simplesmente resolvidas pela Manutenção ou Produção, requerem outras áreas como Qualidade, a Engenharia e por vezes a logística para que colaborem no desenvolvimento de melhorias de uma forma mais consistente.

O uso do OEE tem sido relevante na avaliação do retorno de investimentos realizados no âmbito de implementações de melhorias como os baseados no modelo TPM. Para Chand e Shirvani (2000), a existência de um sistema de manutenção bem como as práticas de gestão de equipamentos pode ser avaliada analisando-se a eficácia global dos equipamentos por meio do OEE. Segundo Kwon e Lee (2004), ao aumentar o indicador do OEE verifica-se que o custo de produção diminui e que a margem de lucro aumenta.

De acordo com vários autores são encontradas fortes questões sobre a aplicabilidade do OEE como indicador de desempenho global da produção, questões essas que serão desenvolvidas ao longo dos próximos parágrafos. (Stadnicka & Antosz, 2018). Jonsson e Lesshammar (1999) previnem que a grande maioria das empresas utiliza os indicadores de desempenho de forma incorreta ou erram na escolha dos indicadores. Na Tabela 1 é apresentado um resumo da análise elaborada por estes autores considerando as premissas enquanto sistema de medição de desempenho global, segundo o qual o OEE, como indicador, não cumpre a todas as dimensões e características examinadas.

Tabela 1 – OEE x Dimensões e Características de um sistema de medição de desempenho (adaptado de(Jonsson & Lesshammar, 1999))

		Definição	Avaliação do OEE
Dimensões	Estratégia	Traduz as estratégias corporativas e de negócio para todos os níveis da organização	Quando contemplado com as metodologias de TPM permite a definição de objetivos comuns e estratégias
	Orientação para o fluxo	Contempla funções, atividades e processos ao longo da cadeia de produção	Não contemplada pelo OEE
	Eficiência interna	Permite medir e comparar a eficiência	O OEE é uma medida simples, mas abrangente. Porém nem sempre pode servir como comparador entre áreas ou funções
	Eficiência Externa	Contempla medições externas, inclusive o nível de satisfação dos clientes	Não contemplada pelo OEE
Características	Detetor de Melhoria	Serve não só para informar, mas também como impulsionador de ações de melhoria	Oferece grande contribuição quando utilizado como indicador de desempenho em processos de Melhoria Contínua
	Simples e Dinâmico	Simples e fácil de entender, calcular e usar. Pode evoluir com o tempo mediante revisões para se atualizar o indicador	O OEE tem necessidade de ser complementado com outros indicadores

Segundo Braglia *et al.*(2008), o conceito básico do OEE fornece uma boa ferramenta para medir a eficácia de um único equipamento, contudo, a simples extensão da sua aplicação à avaliação de um sistema com mais máquinas não será suficiente para conseguir direcionar as ações de melhoria.

Assim como Jonsson e Lesshammar (1999) e Braglia *et al.*(2008), outros autores têm vindo a identificar algumas limitações na aplicação do OEE em contextos que fogem à simples avaliação de um equipamento ou para fins que sejam mais complexos do que inicialmente foram admitidos na sua conceção. A tabela 2 resume alguns dos principais benefícios do indicador e por outro lado demonstra alguma das limitações encontradas que dificultam a utilização do mesmo.

Tabela 2 – Resumo de Benefícios e Limitações do OEE (elaboração própria citando vários autores)

Benefícios	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilita a análise de problemas e atua na causa raiz (Jeong & Phillips, 2001) • Possibilita a identificação de máquinas que devem ser foco de atividades de gestão da manutenção (Bamber, Castka, Sharp, & Motara, 2003) • Permite a comparação interna entre as máquinas (Bamber et al., 2003) • Registos de paragens para identificação das perdas permitem a complementação dos planos de manutenção já existentes (CHAND & SHIRVANI, 2000)
Limitações	<ul style="list-style-type: none"> • Quando aplicado num âmbito maior que uma única máquina (linha de produção ou área), não direciona adequadamente as ações para melhoria contínua (Braglia et al., 2008) • Não fornece uma visão das perdas do negócio, pois não considera interações para além das relacionadas com o equipamento (Jonsson & Lesshammar, 1999) • A utilização somente do OEE pode definir responsabilidades para a área de produção que não necessariamente suas (Ljungberg, 1998) • Dificuldade em reconhecer outras perdas que não tenham como base a taxonomia das seis grandes perdas do OEE (Jeong & Phillips, 2001)

Admitir que o OEE é uma forte e real medida para aumentar ganhos não é o mesmo que dizer que este tem vindo a ser usado corretamente em todos os casos (Hansen, 2006). Por vezes o indicador é adaptado para ambientes industriais particulares (Muchiri & Pintelon, 2008) e às Seis Grandes Perdas referidas por Nakajima são adicionadas outras que se julgam importantes para determinado contexto específico sendo que esta adaptação nem sempre devolve os resultados esperados. A fiabilidade dos dados usados na obtenção do valor do índice OEE é essencial para que este possa ser corretamente interpretado.

Ainda que a organização deva ambicionar aumentar os seus valores do OEE todos os dias, existem algumas propostas, por diversos autores, para os valores tidos como referência, no entanto não existe grande uniformidade entre eles (Dal, Tugwell, & Greatbanks, 2000). Nakajima (1989) propõe que os valores ideais para os componentes do OEE são: 90% Disponibilidade, 95% Eficiência e 99% Qualidade, o que origina um OEE a rondar os 85%.

Ljungberg (1998) num dos estudos por si realizados, verificou que a maioria das empresas produz com um índice de eficiência na ordem dos 70%, sendo que apenas uma organização conseguiu alcançar os 95%. Devido à grande variação existente entre os diferentes ambientes industriais e as normas que podem estar estabelecidas, torna-se difícil estabelecer um objetivo comum para o valor do OEE (Dal et al., 2000)

2.6. Descoberta e Avaliação dos Processos

A descoberta consiste em atividades de recolha e organização de informação de um determinado processo, com o intuito de conceber modelos de processos num determinado estado inicial. Esta engloba quatro fases:

- I. Definir o enquadramento do processo;
- II. Recolher informação sobre o processo construindo um raciocínio lógico;
- III. Modelar: organizar a criação do modelo do processo;
- IV. Garantir a qualidade do modelo do processo: é necessário satisfazer os diferentes critérios de qualidade; só assim se garante a robustez dos modelos.

No que toca às técnicas de descoberta de processos, existem três classes: baseada em evidências, baseada em entrevistas e baseada em *workshops* (Reijers, 2006).

A classe baseada em evidências utiliza métodos como a análise documental, a observação e a automação da descoberta de processos. A vantagem da análise documental é que o analista de processos pode usar os documentos para perceber certas partes do processo e também para formular hipóteses.

A classe baseada em entrevistas procura descobrir através de questionários realizados aos especialistas dos processos. Uma das principais vantagens é a obtenção de uma imagem detalhada dos processos e das diferentes perceções que os diferentes especialistas têm.

A classe baseada em *workshops* envolve especialistas, o dono do processo, um facilitador e o analista do processo. Ao envolver todas estas pessoas, o processo pode ser modelado de uma forma mais consensual.

Todas elas são fundamentais para o sucesso na construção de um processo. Não é evidente que se possa construir um diagrama sólido com apenas uma delas ou se é essencial trabalhar com os três tipos de

classe. Ao longo do projeto, decidiu-se trabalhar com os três, garantindo dessa forma uma maior robustez no estudo efetuado.

No que toca a implementação e avaliação de processos, como se pode verificar no fluxograma da figura 2, o processo passa por cinco fases diferentes até voltar novamente à fase da Descoberta. A avaliação é feita fase a fase de forma a garantir que em todas elas o passo seguinte é dado de uma forma coerente e que possibilitem uma continuidade do projeto. Mesmo após a sua implementação, o processo deve ser continuamente monitorizado e melhorado, tendo sempre como objetivo a garantia de que serve o propósito para o qual foi desenhado. Desta forma, podemos afirmar que a melhoria contínua acaba por ser aplicada na modelação de processos (Harmon, 2010).

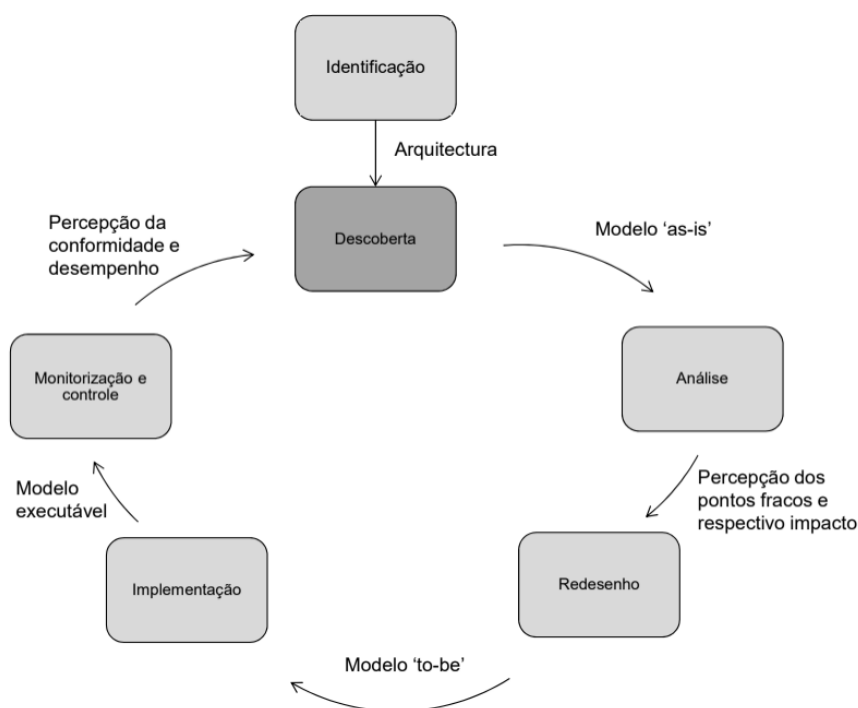


Figura 4 – Descoberta, implementação e avaliação de um diagrama de processos (baseado em Harmon, 2010)

2.7. Business Process Management (BPM)

Segundo Lin et al. (2002), a reengenharia de processos de negócio, do inglês, *Business Process Reengineering* (BPR), é um conceito que se tornou popular desde a década de 90, essencialmente pelas publicações realizados por Hammer, Champy e Davenport sobre questões e casos relacionados com este tema. Várias empresas e organizações descrevem as suas experiências de sucesso aplicando abordagens revolucionárias para conseguirem mudanças dramáticas, radicais e fundamentais, contudo, mais de setenta por cento destes falharam. Uma das possíveis razões para isso acontecer é que o redesenho do

processo de negócios não vem de um ambiente limpo, ou não viciado (Geiger, Harrer, Lenhard, & Wirtz, 2018).

Notavelmente, a gestão de processos de negócios, do inglês, *Business Process Management* (BPM), é essencial dentro de um ciclo de vida do BPR. O BPM associado ao BPR desempenha dois papéis importantes:

- 1) Capturar os processos existentes, representando estruturalmente as suas atividades e elementos relacionados;
- 2) Representar novos processos para avaliar seu desempenho.

Os métodos de BPM foram valorizados ao longo de várias óticas identificadas por investigadores e profissionais durante os últimos anos. Segundo Davenport (1993) e Hammer e Champy (1993) um modelo de negócio é composto por quatro elementos: atores; atividades; visam criar valor para os atores; as atividades são operadas por atores que podem ser humanos ou máquinas e um processo de negócios, geralmente, envolve várias unidades organizacionais responsáveis por um processo maior; acontecimentos, que são elementos passivos, representam condições; objetos (ou dados) que são artefactos organizacionais que sofrem mudanças de estado.

Existem diferentes abordagens para a modelação de processos. De forma a organizá-los, Kueng *et al.* (1996) agrupa-os em quatro categorias:

- I. Abordagem orientada para as atividades, tenta definir um processo de negócios como uma ordenação específica de atividades. Por norma, estes são um ótimo suporte em modelos de aperfeiçoamento de processos. No entanto, essa visão mecânica pode não representar a real complexidade do trabalho e, por sua vez, não serve para a implementação de novos processos de negócios.
- II. Abordagem orientada a objetos, está associada à orientação a objetos, como encapsulamento, isto é, juntar o processo em partes, e especialização. Os princípios de orientação a objetos são aplicáveis à modelação de processos de negócios. No entanto, os intervenientes do processo, como proprietários de processos ou os membros da equipa, por norma, tendem a descrever o seu trabalho em atividades e não baseada em objetos.
- III. A abordagem orientada para a função baseia-se no papel de quem está envolvido num conjunto de atividades e nas responsabilidades específicas associadas (Ould, 1995). Estes processos, geralmente, não estão adaptados para expressar uma lógica de sequenciamento.

- IV. A abordagem orientada para a troca de informação, visualiza o processo de comunicação como um *loop* de quatro fases: proposta, aprovação, desempenho e satisfação (Medina-Mora, Winograd, Flores, & Flores, 1992). Embora os processos de negócio possam ser vistos como uma comunicação entre clientes e atores, esta abordagem de modelagem não é uma ferramenta muito utilizada para a análise de processos existentes ou na criação de novos processos.

A partir das comparações destes métodos de BPM, entende-se que existe algum espaço para melhorar os métodos de BPM. Adbullah e Al-Mudimigh (2007) definem um processo de negócio como um conjunto de atividades relacionais entre si e que têm entradas definidas, sendo que ao serem executadas resulta uma saída que gera valor acrescentado para os clientes. Trkman (2010) completa esta abordagem, afirmando que a metodologia BPM tem cooperado para que as organizações se tornarem mais competitivas, através da oferta de valor ao cliente simultaneamente com a satisfação dos objetivos estratégicos incidindo na melhoria do desempenho dos processos de negócio.

A modelação é uma atividade de representação dos processos de uma empresa, que ao analisar o estado atual permite que este seja melhorado no futuro (Toor & Dhir, 2011), visto que para melhorar os processos as organizações necessitam compreendê-los (Abu Rub & Issa, 2012; Vergidis, Turner, & Tiwari, 2008). Um diagrama modelado é útil para descrever e representar graficamente os aspetos importantes de determinado processo, distinguindo pessoas, departamentos e a ligação entre eles (Climent, Mula, & Hernández, 2009).





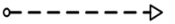
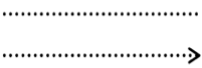





Como em qualquer processo existem técnicas e padrões associados à modelação de processos (Cull & Eldabi, 2010; Vergidis et al., 2008). Algumas das técnicas disponíveis são: *Business Process Modeling Notation* (BPMN); CogNIAM; xBML; EPC; IDEF0; UML, entre outras (Toor & Dhir, 2011). Entre estas, as mais usuais são os fluxogramas, IDEF e redes de Petri, ou seja, técnicas de modelação (diagramáticas) simples através de diagramas, apesar de que a técnica a ser utilizada deva ter em consideração a forma como é desenhada e o fim específico a que se destina (Vergidis et al., 2008).

Por fim, é possível constatar que existe uma multiplicidade de técnicas ou ferramentas para a modelação de processos de negócios. Cada uma delas usa um o seu determinado conjunto de notações que representam os processos a partir das suas perspetivas (Tbaishat, 2010). A notação utilizada neste projeto será descrita detalhadamente na seguinte seção.

2.8. Business Process Model and Notation (BPMN)

O Modelo de Processos de Negócios e Notação ou *Business Process Model and Notation* (BPMN) é uma notação padronizada para modelar processos de negócios, que ao apresentar uma semântica de execução, permitem definir a forma como se devem comportar ao serem executados por determinadas ferramentas (Van Gorp & Dijkman, 2013). Desta forma, refere a um BPMN como um conjunto de sinais, ou combinações, retratando constituintes do modelo, que representam uma abstração do assunto modelado (Shaw, Holland, Kawalek, Snowden, & Warboys, 2007). Esta é uma ferramenta que tem tido uma aceitação generalizada e que se torna apropriada para descrever o lado informativo do processo (Cull & Eldabi, 2010). Além de que ao utilizar uma notação formal para retratar um fluxo de trabalho ou processo de negócio, acrescenta uma descrição dos mesmos, transmitindo o correto significado desejado e tornando-os, na grande generalidade dos casos, autoexplicativos, o que, por sua vez, permite detetar mais facilmente inconsistências ou diferenças de nomes ou siglas, *loops* infinitos etc. (Chinosi & Trombetta, 2012). A linguagem BPMN possui diversos artefactos e recursos que se aplicam nos mais variados propósitos, facilitando a estruturação e compreensão da modelagem realizada. O BPMN define quatro categorias básicas dos elementos, sendo elas: objetos de Fluxos; objetos de Conexão; *swimlanes*; artefactos, como podemos ver na tabela 3.

Tabela 3 – Elementos básicos do BPMN (baseado em (Object Management Group (OMG), 2011))

	Objeto	Descrição	Imagem
Objetos de Fluxo	Eventos	Acontecimentos que ocorrem durante o processo de negócio. Os eventos afetam o fluxo do processo por terem causas e consequências a si associadas	
	Atividade	Tarefas executadas num processo de negócio. São de dois tipos, atômicas, quando isoladas, ou não atômicas, quando ocorrem em conjunto.	
	Gateway	Representam divergências ao longo do processo. Servem para dividir ou convergir o fluxo.	
Objetos de conexão	Fluxo de sequência	Representa a direção e ordem do fluxo de atividades	
	Fluxo de mensagens	Representa o fluxo de mensagens entre o emissor e o recetor	
	Associação	Serve para associar dados, texto e outros artefactos aos objetos de fluxo, podendo ou não ter associada uma determinada direção	
Swimlanes	Pool	Representa a organização em si. É um conteúdo gráfico onde podem ser desenhados os elementos do processo	
	Lane	São subdivisões de um Pool, usado para organizar e categorizar as atividades. Podem representar departamentos ou funcionalidades	
Artefactos	Documento	São elementos requeridos ou produzidos pelas atividades	
	Mensagens	Uma mensagem é utilizada para representar o conteúdo de uma comunicação entre dois participantes	
	Anotações	Servem para adicionar informação complementar ao diagrama	

Assim, a notação BPMN cria uma ligação entre o desenvolvimento de processos de negócio e o seu processo de implementação. Outro objetivo é assegurar que as linguagens desenhadas para a execução de processos de negócios possam ser visualizadas como uma notação orientada para negócio. A

intenção da BPMN é unificar processos de negócios com notações e pontos de vista diferentes, abordando as melhores práticas dentro da comunidade de modelagem de negócios (Van Gorp & Dijkman, 2013)

2.9. Gestão Estratégica de Equipas

Em função da globalização e da concorrência estimulada, as organizações necessitam cada vez mais de investir no capital humano em detrimento de fatores restritivos que se apresentam – a Gestão de Pessoas deve ser substituída pela Gestão com Pessoas, com bom senso, equilíbrio emocional e empatia (ARAUJO, 2009)

A preocupação em garantir os melhores indicadores das organizações, como a produtividade, custo ou qualidade, tem exigido das organizações a constante procura em avaliar os seus recursos humanos, medindo os resultados através de indicadores de desempenho, confirmando a importância estratégica da gestão com pessoas dentro das organizações.

O elemento mais importante de uma empresa ou organização são seus recursos humanos, desta feita a avaliação da gestão com pessoas numa organização industrial é importante como diferencial competitivo tanto externo como interno. Apesar da relação causa efeito ser difícil de ser medida, e em algumas avaliações apenas apresentar um caráter subjetivo, este tipo de ferramenta pode ser a única opção disponível (Hansen, 2006).

O efeito *Hawthorne* recebeu esta designação após uma série de experiências que mudaram a forma como pensamos sobre o trabalho e a produtividade. Embora estudos anteriores já se tivessem focado no indivíduo e como melhorar o seu desempenho, as experiências de *Hawthorne* colocaram o indivíduo num contexto social pela primeira vez (McCulloch, Rathbone, & Catchpole, 2011). No estudo realizado os investigadores concluíram que não foram as mudanças reais nas condições de trabalho que aumentaram a produtividade, foi o interesse que tiveram nos trabalhadores e a sensação dos trabalhadores de que alguém estar preocupado com seu local de trabalho, que conduziram a esse ganho de performance (Buller & Bell, 1986).

Este efeito poderá ter em si associado duas situações, a primeira é que no momento em que esse analisa a produtividade de um operador, este deve estar o mais à vontade possível com a situação, não devendo sentir-se constrangido, nem preocupado, pois dessa forma irá enviesar os resultados. Por outro lado, este efeito sugere que toda e qualquer alteração efetuada irá sugerir que houve uma melhoria, nem que seja de curto prazo, e, portanto, torna-se necessário que ela permaneça no tempo através da normalização de processos (Yang & Ok Choi, 2009).

3. Amorim Revestimentos

3.1. Da fusão entre a Inacork e a Ipocork ao Grupo Corticeira Amorim SGPS, S.A.

Sob o lema "nem um só mercado, nem um só cliente, nem uma só divisa, nem um só produto" o grupo Amorim alcançou a liderança mundial em produtos com cortiça, contando neste momento com 248 principais agentes, 83 empresas e 30 unidades industriais, figura 5. A Corticeira Amorim é uma empresa que se comprometeu em promover esta matéria-prima, de tal forma que desenvolveu unidades de negócio que vão desde a própria matéria-prima até as suas diferentes aplicações. Nos últimos anos com o forte investimento no empreendedorismo a Amorim decidiu criar a Amorim Cork Ventures cujo objetivo é dar apoio a empreendedores com ideias e aplicações inovadoras para o setor da cortiça (Amorim, 2016).

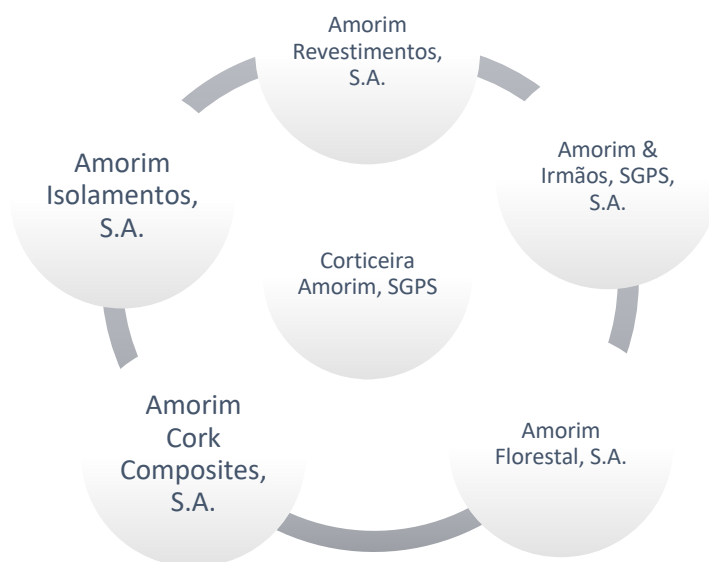


Figura 5 – Estrutura organizacional do grupo Corticeira Amorim (Amorim, 2016)

Em 1996, através da fusão da Ipocork, S.A. – Indústria de Pavimentos e Decoração, S.A. e da Inacor – Indústria de Aglomerados de Cortiça surge a empresa Amorim Revestimentos, S.A (AR). Atualmente, a AR é líder mundial na produção e distribuição de produtos em cortiça, destinados ao revestimento de solos e paredes. A empresa é reconhecida pela qualidade, inovação e características únicas das soluções que fornece ao mercado, combinando processos produtivos tradicionais com a tecnologia de vanguarda, cria produtos distintos e de grande valor acrescentado (Amorim, 2017)

Fortemente orientada para os mercados externos a AR dispõe de uma rede de distribuição, presente em diversos países Europeus, nos Estados Unidos da América e no Japão, através das chamadas *Sales*

Companies. Este posicionamento estratégico, a par da promoção e do desenvolvimento de novas soluções, assegura a comercialização, distribuição e assistência técnica nos diferentes mercados. Assegurando toda a sua produção a empresa é constituída por duas unidades industriais localizadas em Portugal: a Amorim Revestimentos Lourosa (ARL), especializada nos revestimentos de parede e pavimentos fixos, e a Amorim Revestimentos Oleiros (ARO), com uma produção orientada para os pavimentos flutuantes (Amorim, 2016).

Ao nível da estrutura organizacional, a AR encontra-se dividida em 7 grandes áreas geridas por uma Direção Geral que conta com a assistência da Direção Executiva, do Departamento de Recursos Humanos, do Secretariado e do Departamento Financeiro, Sistemas de Informação e Controlo do Negócio, figura 6. O projeto inseriu-se na área das Técnica, mas acabou por promover a transversalidade entre os departamentos Financeiro, Sistemas de Informação e Controlo de Negócio, Planeamento e todas as áreas de Produção, transversalidade essa necessária para serem tomadas todas as decisões para que os indicadores utilizados sejam os mais indicados para a realidade da empresa.

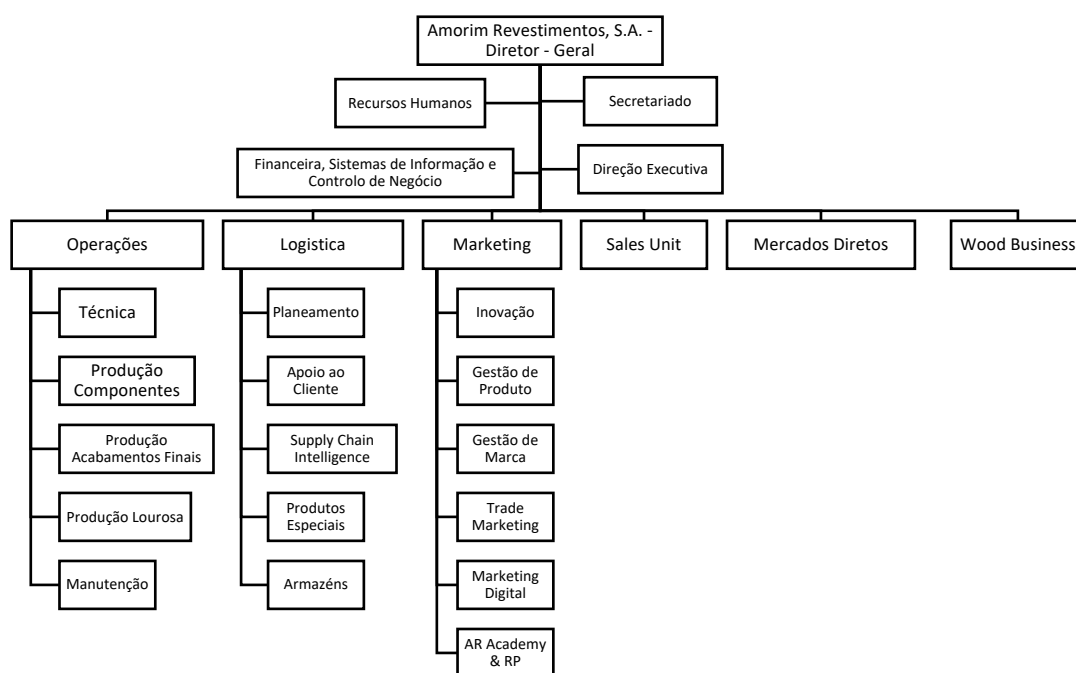


Figura 6 – Estrutura organizacional da Amorim Revestimentos (elaboração própria com recurso a (Amorim, 2017))

O enfoque do projeto incide na alteração do indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), indicador esse já utilizado pela empresa para planeamento e controlo da produção, mas após alguma observação dos valores obtidos durante o ano de 2017 verificou-se que existem algumas inconformidades com os mesmos. Para tal, foi necessário perceber qual a origem desses erros e de que forma se podem corrigir ou evitar, nomeadamente no processo de registo de produção e na forma como é calculada a eficiência dos equipamentos.

3.2. O Processo Produtivo da Amorim Revestimentos

A Cortiça é a casca exterior do sobreiro que tem crescido ao longo de vários milénios em toda a região do Mediterrâneo. O tempo médio de vida das árvores excecionais é de 200 a 250 anos. Demora 25 anos até que a casca de um sobreiro possa ser colhida pela primeira vez. Após a primeira colheita, as cascas são retiradas em ciclos de nove anos, sempre entre maio e agosto, quando a árvore está na sua fase mais ativa de crescimento e é mais fácil de se colher. Tendo em conta, a crescente preocupação com o meio ambiente, é importante referir que a cortiça é a única árvore cuja casca se regenera a cada colheita - deixando a árvore ilesa.

A cortiça é uma obra-prima da engenharia, um escudo natural concebido para proteger o sobreiro das principais variações anuais de temperatura. É composto por 40 milhões de células por cm³, que se assemelham a uma estrutura de favo de mel. Onde cada célula funciona como um isolante térmico e sonoro, além de proporcionar absorção ao choque.

A Amorim é líder mundial em tecnologia de ponta em revestimentos com cortiça. Sob a marca premium *Wicanders*, o portfólio da empresa revolucionou o conceito tradicional de pavimentos de cortiça, oferecendo versatilidade, estética, conforto e durabilidade. Ao longo dos anos, a marca desenvolveu pavimentos e revestimentos de paredes com propriedades exclusivas através da sua inovadora tecnologia, Corktech. Ao utilizar uma estrutura multicamada única, que combina tecnologia de ponta com as exclusivas propriedades naturais da cortiça, atinge um ponto perfeito entre beleza, conforto e durabilidade.

O desempenho do pavimento é alcançado através da camada central de cortiça de primeira qualidade, que proporciona ao utilizador um conforto superior, uma redução de ruído e calor e uma camada de cortiça integrada que reforça as propriedades térmicas e acústicas, dando origem a um ambiente acusticamente mais agradável e com grandes vantagens em termos energéticos.

3.3. O Processo Produtivo da Amorim Revestimentos Oleiros

Na unidade Industrial de São Paio de Oleiros, ARO, são produzidos pavimentos com cortiça, sendo na sua grande maioria pavimentos flutuantes. O processo produtivo desta unidade pode ser segmentado em dois grandes segmentos: Componentes, que integra a produção de bases, e Acabamentos Finais, conforme podemos observar na figura 7.

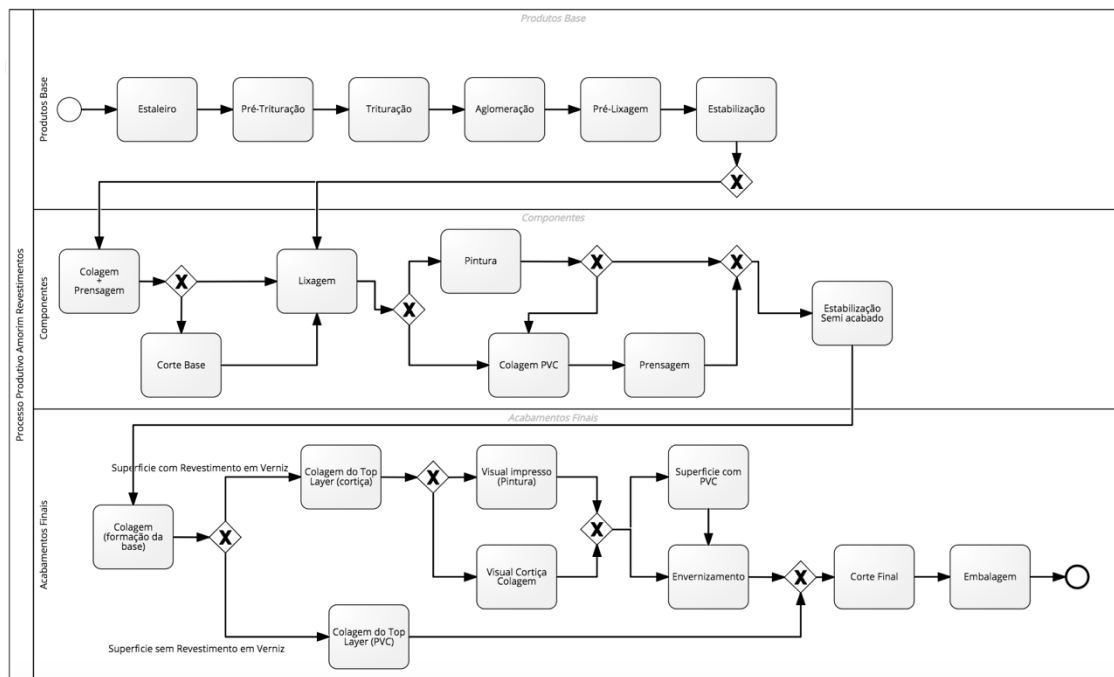


Figura 7 – Processo produtivo Amorim Revestimentos (elaboração própria)

Com o objetivo de enquadrar e dar a entender o fluxo de informação de produção, sobre o qual incide este trabalho, nos subcapítulos seguintes é feita uma breve descrição de cada um dos subprocessos produtivos e da forma como são definidas as paragens de produção e como são recolhidos os dados para o cálculo do OEE, respetivamente.

3.3.1. Componentes

O processo produtivo é iniciado no Estaleiro, onde é rececionada cortiça sob a forma de triturados de falca¹, aparas de costa², granulados, e ainda cortiça resultante de desperdícios provenientes das diferentes etapas do processo produtivo. Esta é a matéria-prima que serve de base a Componentes Base, responsável pela produção de placas de cortiça que irão integrar cada um dos produtos acabados produzidos a jusante.

Numa fase inicial, a matéria recolhida do estaleiro passa por uma fase de Pré-trituração, onde o objetivo é eliminar as impurezas, a terra e as pedras que se encontram misturados com a mesma. Segue-se a Trituração em que o material é transformado em granulado. Nesta etapa, a cortiça limpa é pesada, seca e moída, resultando um granulado composta por diferentes granulometrias. A separação dos mesmos é feita recorrendo à peneiração, sendo que os granulados são armazenados em silos dispostos por granulometria. Na Aglomeração, os granulados são combinados de acordo com as características de

¹ Cortiça extraída dos ramos resultante da poda de sobreiros, abates e desbastes dos montados

² Refugo da cortiça cozida após ser retirada a cortiça “boa”, desde a barriga até a uma zona muito próxima da costa (parte exterior)

cada semiacabado. À mistura de granulados adiciona-se uma resina e um catalisador, sendo que este conjunto é misturado, prensado, seco e de seguida cortado em placas. As placas seguem as dimensões Standard: 1800x600, 1200x600 ou 900x600, sendo a espessura variável de acordo com o artigo desejado. No final desta fase, as placas de cortiça são calibradas para a sua espessura, lixando ambas as faces, a pré-lixagem. Com o objetivo de minimizar o risco de deformação e instabilidade dimensional, as placas podem ser sujeitas a condições específicas de temperatura e humidade em estufa, a Estabilização, figura 8.

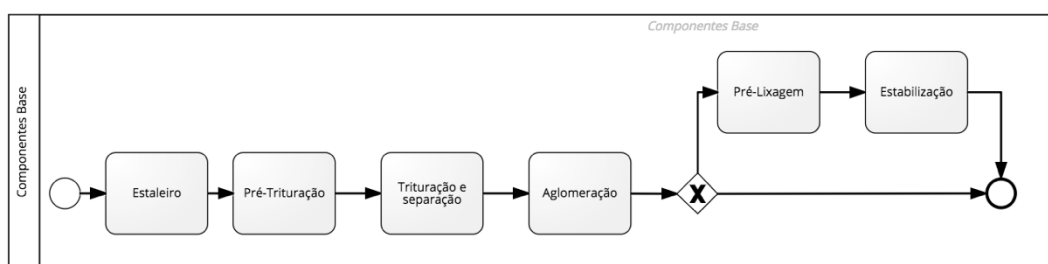


Figura 8 – Processo Produtivo das Bases (elaboração própria)

Após a formação das bases de cortiça é necessário aplicar-lhe características específicas para que possam ser incorporadas no produto final, nomeadamente, visuais de cortiça, vinil ou madeira, películas de PVC, tinta, entre outros. Estas etapas estão localizadas numa área designada por Componentes. Ao longo do processo, o fluxo pode variar de acordo com as necessidades do produto final. Como podemos observar na figura 9, as bases provenientes de Componentes Base têm duas opções iniciais, seguir diretamente para a etapa de lixagem ou para Colagem + Prensagem, após unir as bases ao decorativo, o semiacabado passa por um processo de retificação de esquadrias, o Corte de Bases, seguindo de seguida para a lixagem. Caso seja pintado, ou tenha incorporado algum tipo de vinil, este segue para a pintura podendo ou não seguir para a colagem de PVC e respetiva prensagem, no entanto, a base pode sair deste subprocesso diretamente na etapa de lixagem.

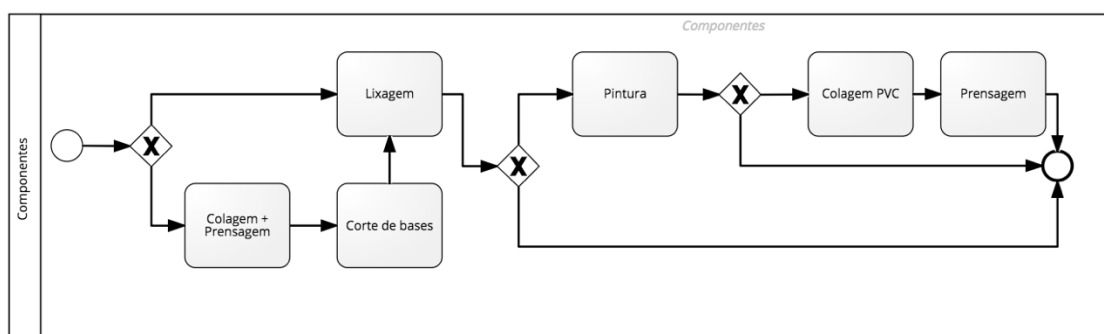


Figura 9 – Processo Produtivo Componentes (elaboração própria)

3.3.2. Acabamentos Finais

A ARO dispõe de três áreas distintas de Acabamentos Finais (AF), denominadas AF1, AF2 e AF3. Tal como na etapa anterior, dependendo do produto acabado as fases do processo produtivo podem apresentar fluxos de produção distintos, como podemos observar na figura 10. Comum a todas os produtos acabados existem 3 subprocessos, a colagem, o corte e o embalamento. Iniciando-se na etapa de Colagem, onde se formam-se as Placas “Sanduíche”, através da colagem de aglomerado de cortiça com decorativo a uma placa de aglomerado de fibra de alta densidade e a uma base de cortiça. Dependendo do produto final, o fluxo produtivo é diferente a partir do ponto de Colagem, dessa forma, apenas se faz referência a cada uma das etapas e não na sua ordem.

Na Pintura, quer em ladrilho (Pintura 3), quer em placa (Pintura 2), os semiacabados são preparados, lixados e pintados através de jato de tinta, semelhante a uma impressora comercial, embora com uma definição de imagem com maior qualidade.

Na etapa de Envernizamento, os produtos recebem um tratamento de superfície que lhe confere características de resistência e brilho desejados.

Na fase de Corte, as placas são cortadas, retificadas, rebaixadas para o encaixe pretendido e, quando necessário, biseladas em cada uma das arestas de forma a que se obtenha a dimensão do pavimento flutuante desejado.

No final do processo os ladrilhos são embalados em caixas específicas de acordo com o produto e o mercado em questão, etiquetados e paletizados de forma a serem expedidos ou armazenados, finalizando o processo de Embalamento.

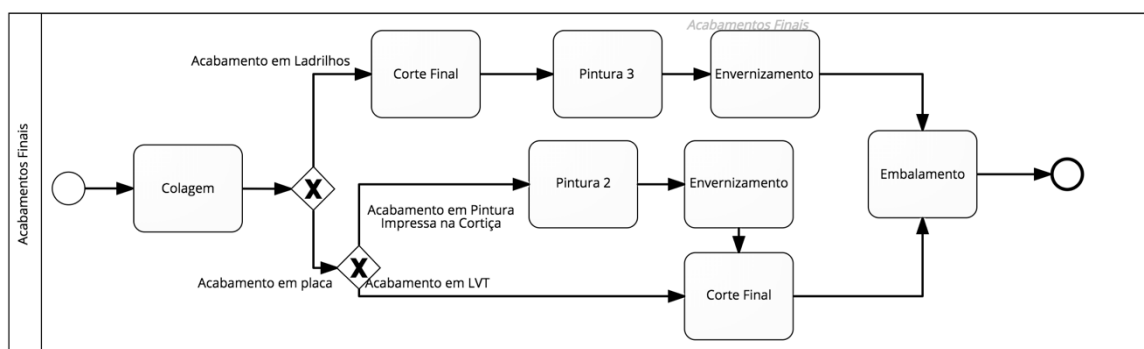


Figura 10 – Processo Produtivo Acabamentos Finais (elaboração própria)

3.3.3. Amorim Revestimentos Lourosa

Como este projeto é transversal às duas unidades industriais da Amorim Revestimentos, embora o processo seja semelhante à unidade de Oleiros, de seguida é feita uma descrição do processo produtivo de ARL.

Na fase de recebimento, pré-trituração, trituração e separação da cortiça o processo é semelhante ao de Oleiros. No entanto, enquanto em ARO a aglomeração é feita em placas, em ARL a aglomeração dá origem a Blocos, cujas características diferem de acordo com o fim a que se destinam, blocos esses que seguem para um processo de retificação, sendo posteriormente colados e/ou laminados de acordo com as dimensões dos produtos base.

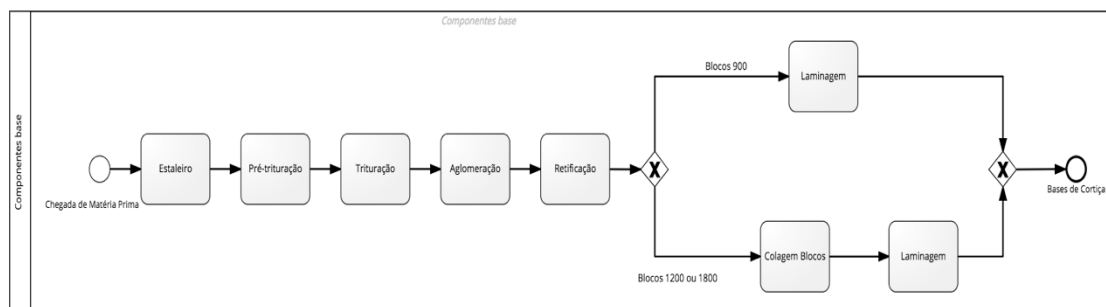


Figura 11 – Processo Produtivo produtos Base Lourosa (elaboração própria)

As bases podem ter destinos diferentes, o departamento de Componentes e Acabamentos Finais em Oleiros e o departamento de Acabamentos Finais de Lourosa.

À semelhança do que acontece na unidade de Oleiros, o tipo de tratamento de superfície que é realizado às placas laminadas depende do produto final desejado, podendo alterar a ordem em que os semiacabados passam pelas linhas. Desta forma, os produtos seguem um fluxo normal de colagem, prensagem, tratamento de superfície, pré-corte, retificação e embalagem, no entanto os tipos de acabamento podem ser do tipo Natural, Cera, Verniz, Pintado/Verniz ou Pintado/Cera.

3.4. Marcas e Produtos AR

A oferta da AR abrange uma vasta família de produtos que inclui revestimentos de solo e revestimentos de parede. Os revestimentos estão presentes no mercado através de três marcas: *Wicanders*, *CorkLife* e *Cortex*, como podemos observar na figura 12.



Figura 12 – Marcas associadas à Amorim Revestimentos

A marca *premium* da Amorim Revestimentos é a *Wicanders*, possuindo quatro linha de produtos, recentemente renovadas, que se classificam de acordo com o seu visual: *Wood*, para visual de madeira; *Stone*, para visuais de pedra; *Cork*, para visuais de cortiça e *Dekwall*, para revestimentos de parede. Dentro de cada linha existem diferentes segmentos de acordo com as dimensões, acabamentos de superfície e certas características, como a capacidade de impermeabilização.

4. Uma Abordagem ao OEE

Neste capítulo apresenta-se o estado atual do sistema em estudo, nomeadamente dos indicadores de paragem e de eficiência operacional, o OEE. Em concordância com a metodologia usada, o capítulo estrutura-se no conhecer o estado atual, conceber um plano de implementação, executá-lo e verificar os efeitos produzidos.

4.1. Caracterização do estado atual do sistema

Sendo os dados de produção a base para o cálculo do indicador, foi fundamental proceder a uma análise, tratamento e normalização. Tendo em vista a obtenção de dados que sejam o mais fiáveis possíveis, foi possível junto dos chefes de departamento, dos chefes de linha, do gabinete de Eficiência Operacional, da logística e da manutenção perceber a forma como são recolhidos os dados referentes à produção, paragens e qualidade, dados esses que servem para o cálculo do OEE.

Assim sendo, este subcapítulo vai analisar o estado atual, em primeiro lugar, dos tipos de paragens que existem e como são usados pelos operadores, assim como, a frequência com que os usam. Para tal, recorreu-se aos dados de produção de janeiro de janeiro de 2016 a outubro de 2017, mês em que se aprovou e implementou o novo Manual de Paragens. Em segundo lugar será estudado o estado atual do OEE, bem como, a possibilidade de existência de erros no seu método de cálculo.

Tendo em conta que existem, atualmente, sessenta linhas, foram consideradas apenas sete linhas para análise dos componentes do indicador de uma forma mais detalhada, denominadas de linhas piloto. Foram selecionadas uma linha para cada tipo de processo, Aglomeração, Colagem, Acabamento de Superfície e Corte Final. Existindo a necessidade de analisar todas as áreas da AR, procurou-se selecionar uma linha para cada uma delas.

4.1.1. O estado atual do registo de Paragens

Tal como já referido, a produção da AR está organizada em duas unidades industriais, unidades essas que se dividem em departamentos constituídos por, atualmente sessenta linhas produtivas, esta organização pode ser vista na figura 13. Regra geral, os equipamentos funcionam em regime de turnos, com três turnos diários, no entanto existem equipamentos com dois ou apenas um turno.

Em cada uma das linhas existe um operador por equipamento e por turno que assegura a organização da equipa, quando existente, e o registo de produção.

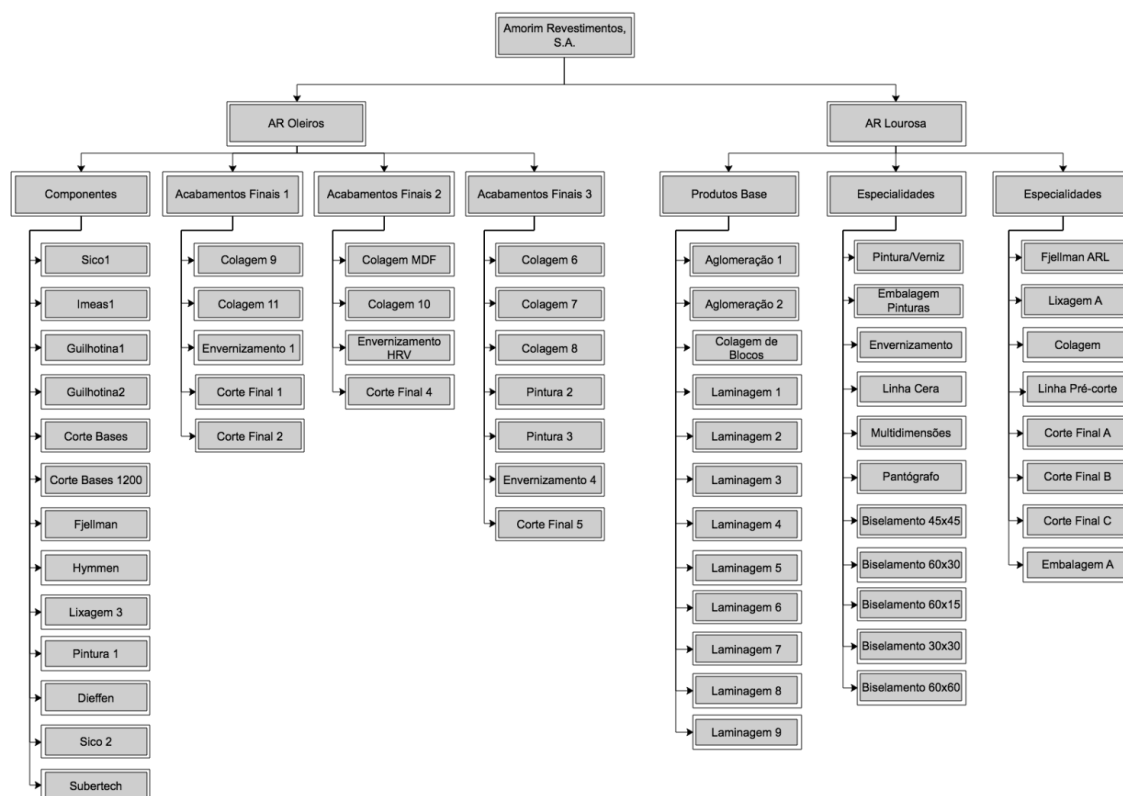


Figura 13 – Distribuição de linhas/equipamentos por áreas na AR

Suportados pela Folha de Registo de Produção, documento normalizado pela AR, o chefe de linha inicia o registo de produção, podendo iniciar uma produção normal ou uma paragem. No primeiro caso, o operador inicia o registo por introduzir a ordem de fabrico, OF, seguido do momento de começo de produção, no final ou no caso de existir uma paragem, introduz o momento de fim de produção, as quantidades produzidas e as quantidades rejeitadas. No caso de existir uma paragem, é seleccionada de um conjunto de onze tipos de paragem, introduzido o momento em que ocorreu a paragem, na sua conclusão regista-se o final da mesma. Se existir uma nova OF ou Paragem o ciclo repete-se, caso contrário a Folha de Produção é finalizada. A recolha de dados em suporte digital é realizada através da introdução dos dados no *enterprise resource planning (ERP)*, BAAN, pelos operadores e armazenada numa base de dados, como se verifica na figura 14.

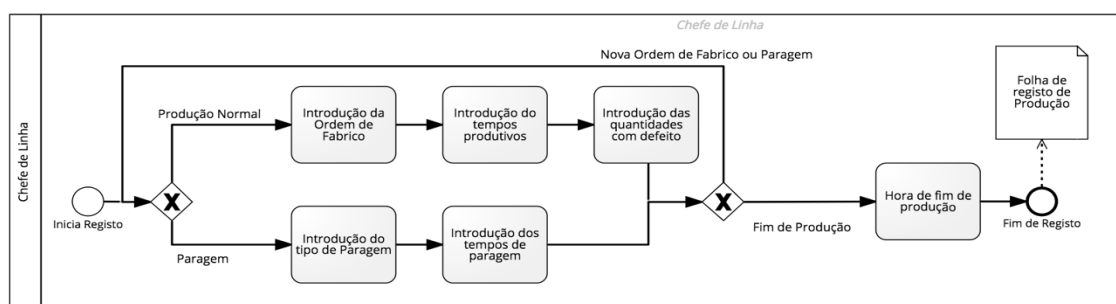


Figura 14 – Diagrama de Registo de produção (elaboração própria)

No momento em que se deu o início deste projeto, as duas unidades da AR tinha implementado um sistema de paragens normalizado. Num primeiro momento, este define que o tempo de troca de turno, arranque ou paragem do equipamento não deve ser considerado como paragem, pois este encontra-se incluído no tempo da OF. No mesmo manual faz-se referência a que paragens de equipamentos em que o tempo seja inferior a 5 minutos, assim como problemas de qualidade, não devem ser considerados como paragem, afetando apenas o rendimento do equipamento.

Este manual é composto por três tipos de paragens, subdivididos em onze códigos de paragem, como podemos observar na tabela 4.

Tabela 4 – Lista de Códigos de Paragem (antes da implementação)

TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
PLANEADAS	2010	FPF – Falta de Plano de Fabrico
PROGRAMADAS	2011	MPT – Manutenção Preventiva
	2012	MLR – Melhorias
	2014	ENS – Ensaios
	2015	FOR – Formação
NÃO PLANEADAS	2013	SFR – Substituição de Ferramentas
	2050	ABS – Absentismo
	2051	AVR – Avaria
	2052	SET – Setup
	2053	RET - Retrabalho
	2054	DIV - Diversos

As Paragens Planeadas ocorrem quando não existe Plano de Fabrico para completar a disponibilidade do equipamento, ou quando não existe Ordem de Fabrico (OF) disponível para o mesmo.

As Paragens Programadas acontecem em momentos em que se encontra programado algum tipo de acontecimento no equipamento, nomeadamente, manutenção preventiva, intervenções para melhorias ao equipamento, ensaios a componentes ou novas ferramentas de produção e em situações de formação, sejam elas dadas por entidades internas ou externas à empresa.

As Paragens Não Planeadas são acontecimentos espontâneos, sem que o operador possa fazer nada para o impedir, pode fazer com que o equipamento deixe de produzir total ou parcialmente. Podem estar relacionadas com o equipamento, como a substituição de ferramentas por desgaste, avarias e setup; com a falta de colaboradores como é o caso do absentismo; por questões de qualidade, na ocorrência de retrabalho ou por outro motivo, onde deve ser utilizado o código *Diversos*.

Numa fase inicial, analisou-se as paragens de uma forma generalizada, figura 15, tentando perceber quais os motivos mais frequentes para a paragem dos equipamentos e chegou-se à conclusão que a paragem por Falta de Plano de Fabrico corresponde a cerca de cinquenta por cento do total de tempo parado dos equipamentos. Juntamente com os Diversos, as Avarias e a Manutenção Preventiva, observa-se mais de oitenta por cento do tempo total de paragens.

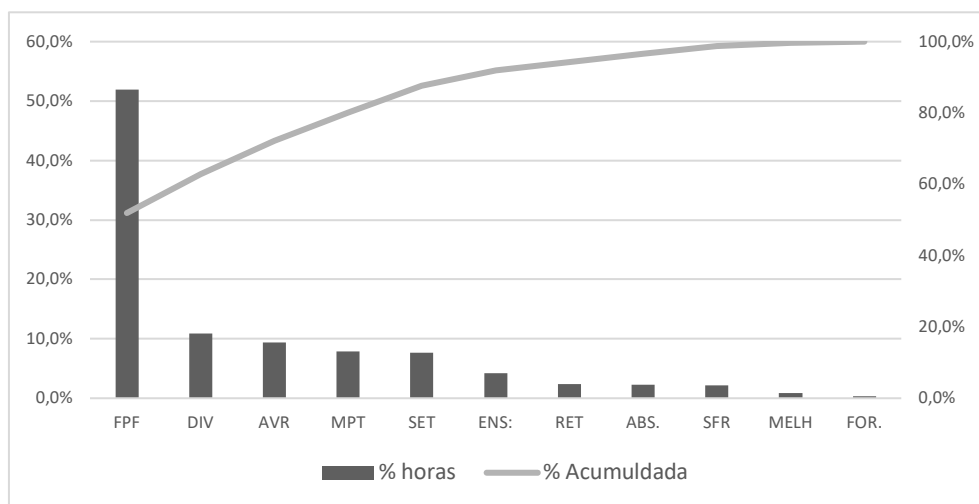


Figura 15 – Pareto da distribuição dos tempos por tipo de paragem (janeiro 2016 a outubro 2017)

No entanto, quando se observa o número de ocorrências por tipo de paragens, figura 16, percebe-se que a realidade é um pouco diferente. Cerca de oitenta por cento das ocorrências das paragens são representadas pela Falta de Plano de Fabrico, Manutenção Preventiva, Setup e Diversos. Quando analisamos o tempo médio, por tipo de paragem, conclui-se que este pode estar compreendido entre os trinta e cinco minutos e as quatro horas.

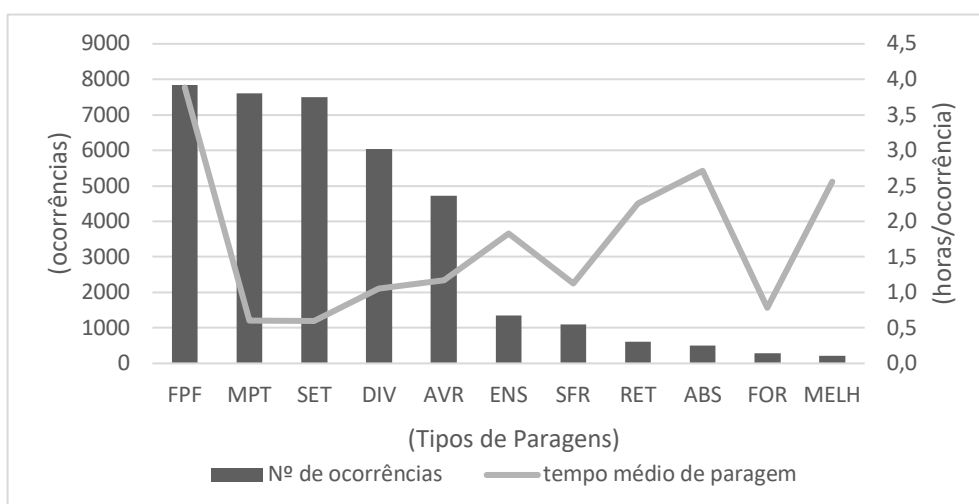


Figura 16 – Distribuição do tempo de paragem pelo seu tipo e tempo médio de paragem (janeiro 2016 a outubro 2017)

Com o objetivo de entender se existe algum padrão em termos de registo organizou-se a informação por semelhança de equipamentos, isto é, de acordo com as tarefas para os quais os equipamentos foram projetados. Ao longo dos gráficos apresentados, serão evidenciadas algumas considerações que se tornaram relevantes para a primeira fase deste projeto, a alteração do Manual de Paragens.

Colagem

Analisando os gráficos 17 e 18, verifica-se que a linha de cola MDF tem mais de oitenta por cento das suas ocorrências em *Falta de Plano de Fabrico, Diversos, Manutenção Preventiva e Avaria*. A linha de colagem 6 tem mais de sessenta por cento das suas paragens afetas ao tipo *Diversos* e que, juntamente com a *FPF*, representam oitenta por cento do tempo de paragem. A linha de Colagem 7 tem mais de setenta por cento das suas ocorrências, que por sua vez correspondem a mais de oitenta por cento do seu tempo de paragem.

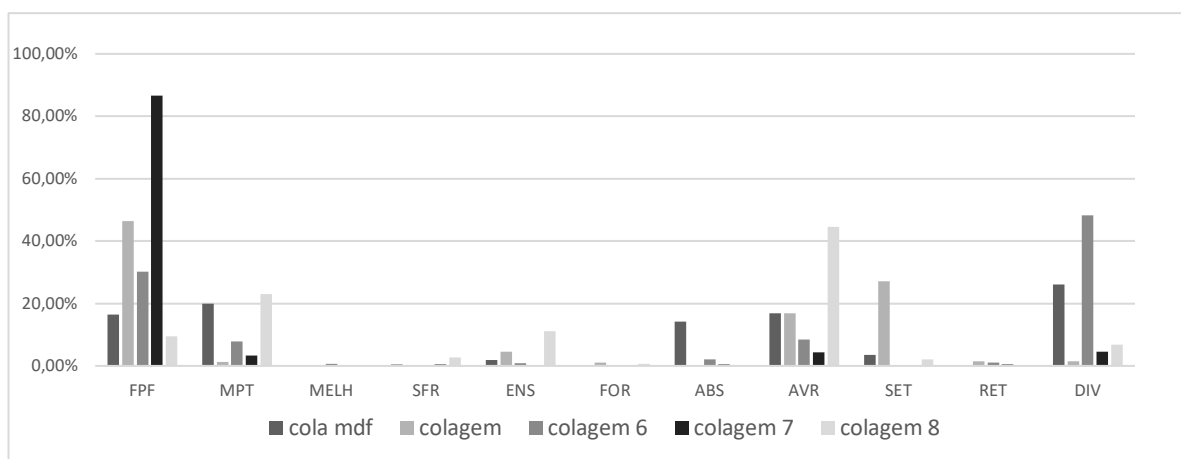


Figura 17 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Colagem

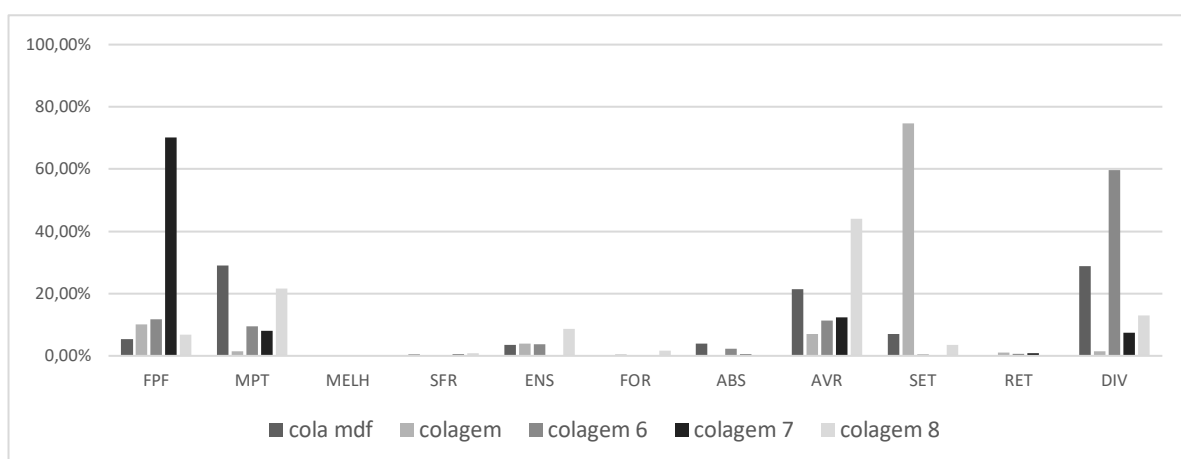


Figura 18 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Colagem

Corte

As linhas de corte, sejam elas associadas à retificação, embalagem ou todo o processo de corte final, seguem uma distribuição de acordo com os gráficos 19 e 20. Tirando algumas exceções, conclui-se a maior ocupação dos equipamentos quando parados são por *Avaria*, por troca de produção (*Setup*) e por *Diversos*.

Na análise do número de ocorrências verificou-se que existe concordância com o tempo de paragem, no entanto deve-se salientar o número de registos por *Falta de Plano de Fabrico*.

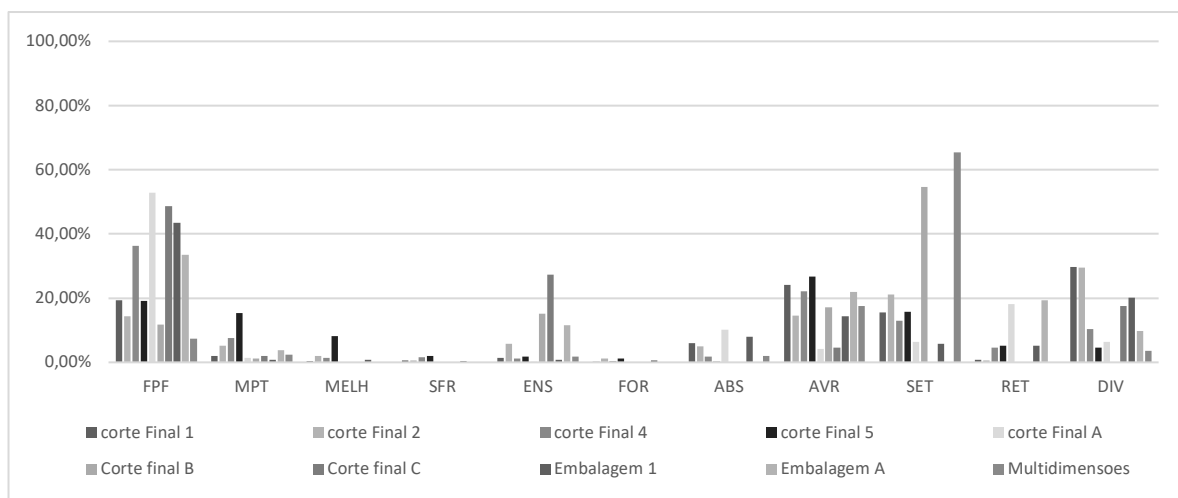


Figura 19 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Corte

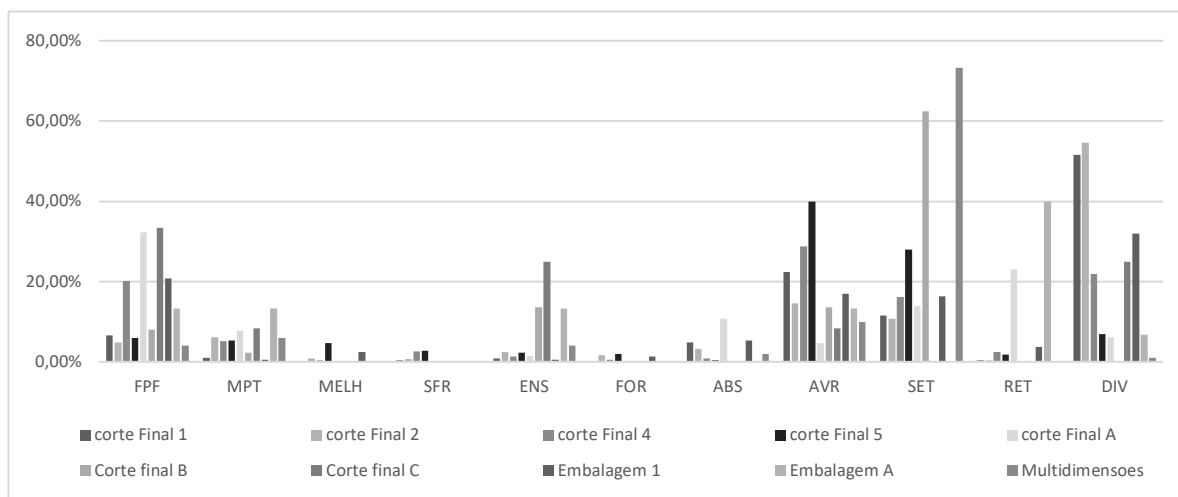


Figura 20 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Corte

Laminagem

As linhas de Laminagem, localizadas em ARL, têm espelhadas as suas paragens de acordo com o que se pode observar nos gráficos 21 e 22. Fruto da implementação de um plano de Manutenção Preventiva, as linhas de Laminagem têm a grande maioria das suas ocorrências afetas a este tipo de Paragem. No entanto, quando se analisa os tempos por tipo de paragem, conclui-se que embora existam poucas ocorrências por *FPF* estas representam períodos de longa duração.

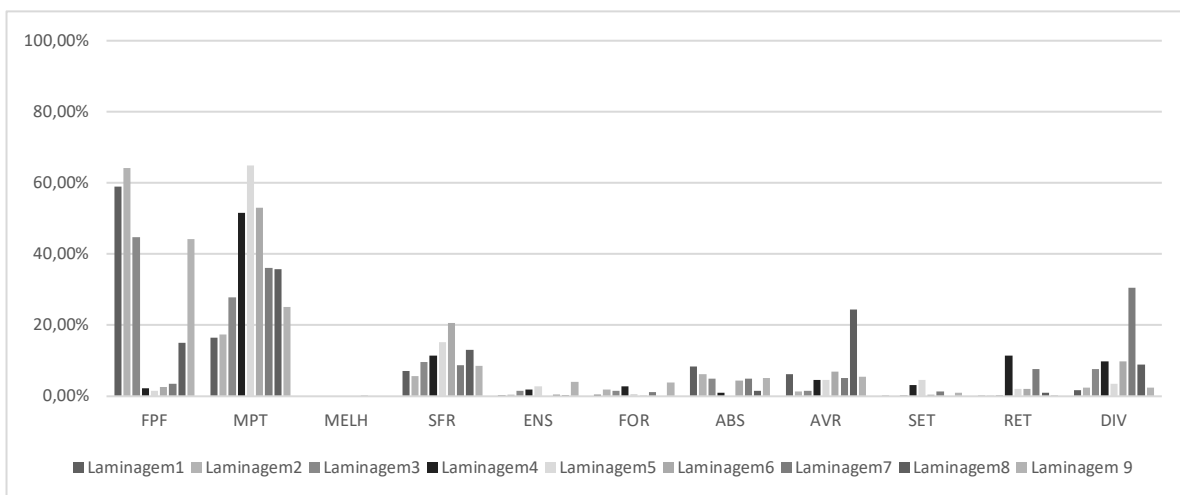


Figura 21 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Laminagem

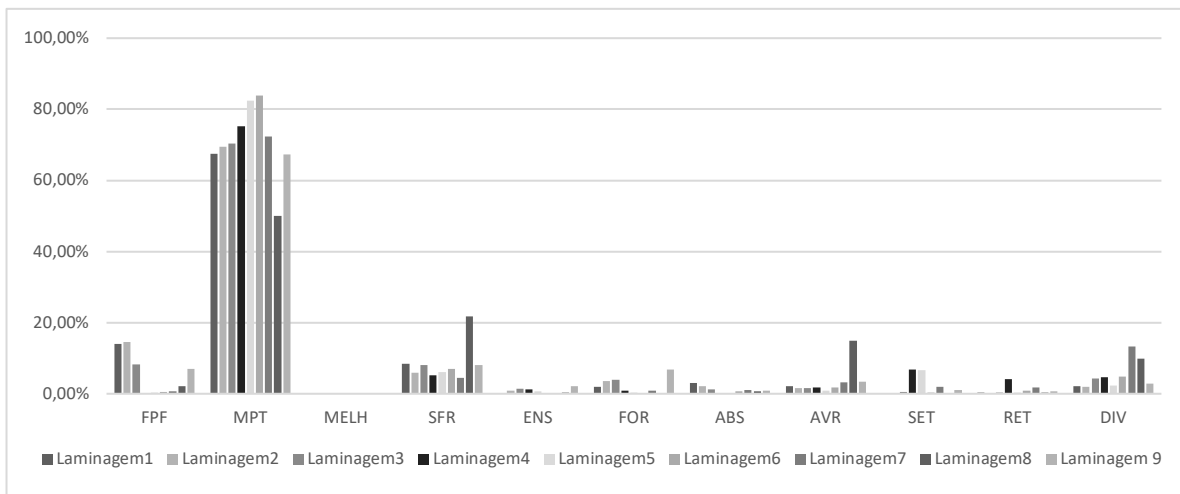


Figura 22 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Laminagem

Acabamentos Superfície

As linhas de acabamento de superfície, sejam elas de verniz, pintura ou cera, encontram-se localizadas praticamente em todas as áreas da empresa. Em termos de paragens, sejam as linhas de Envernizamento ou de Pintura, o maior número deve-se a mudanças de produção (*Setup*) e a *Falta de Plano de Fabrico*. Quando analisamos o tempo total por tipo de paragem verificamos na maioria das linhas mais de 20% desse tempo deve-se à *Falta de Plano de Fabrico*, figuras 23 e 24.

De salientar ainda que existem algumas linhas em que as paragens pelo tipo *Diversos* chega a atingir mais de 20% das ocorrências.

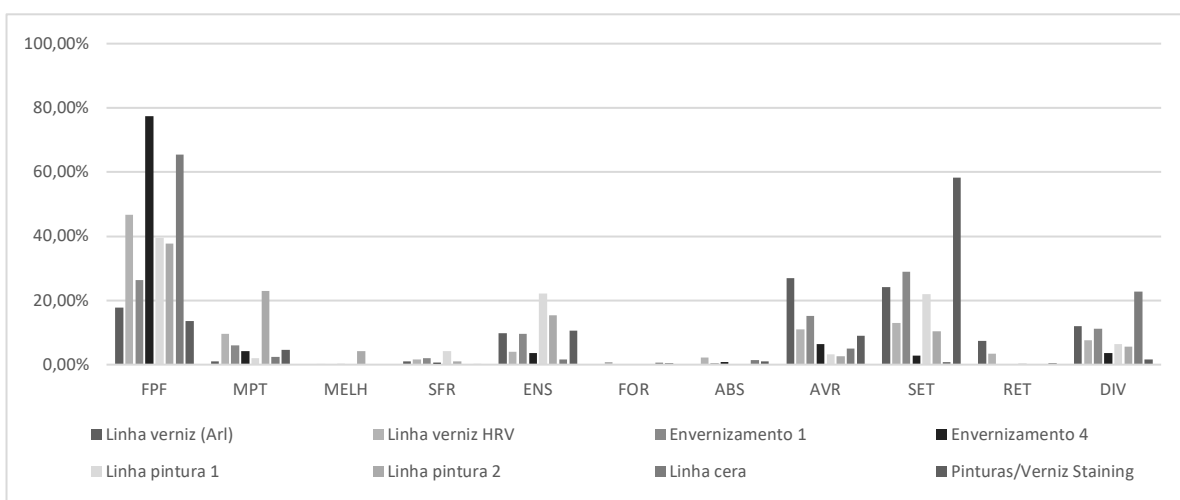


Figura 23 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Acabamento de superfície

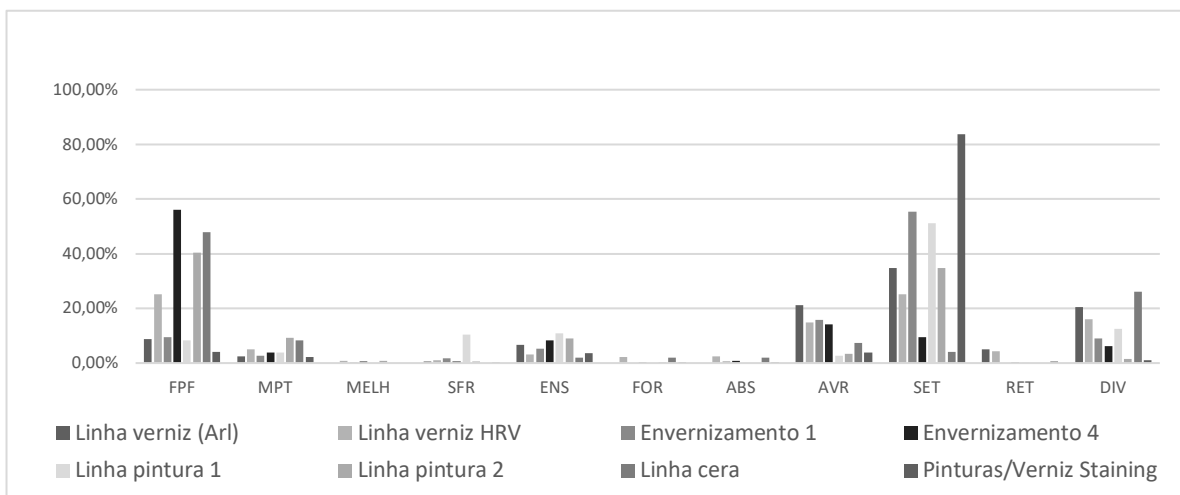


Figura 24 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Acabamento de superfície

Aglomeracão

As linhas de aglomeração e prensagem, regra geral, são as primeiras linhas associadas a qualquer tipo produto. Quanto a estas, quer pelo número de ocorrências quer pela duração das mesmas, os tipos de paragem por *FPF* e *Diversos* representam a sua grande maioria, figura 25 e 26.

Ao monitorizar o tempo total de paragem percebemos que a *FPF* representa uma grande maioria desse tempo.

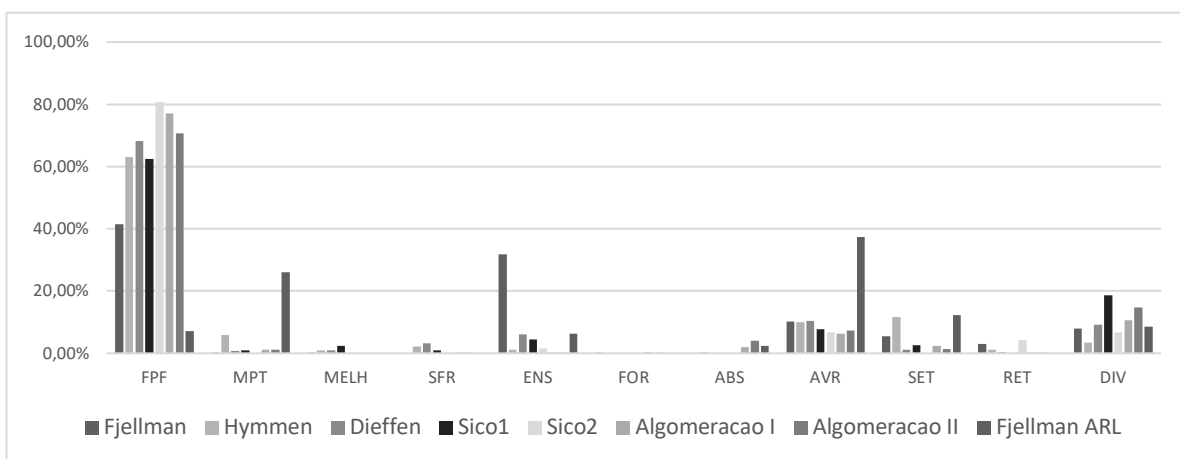


Figura 25 – Distribuição do tempo por tipo de paragem – I. Aglomeração e prensagem

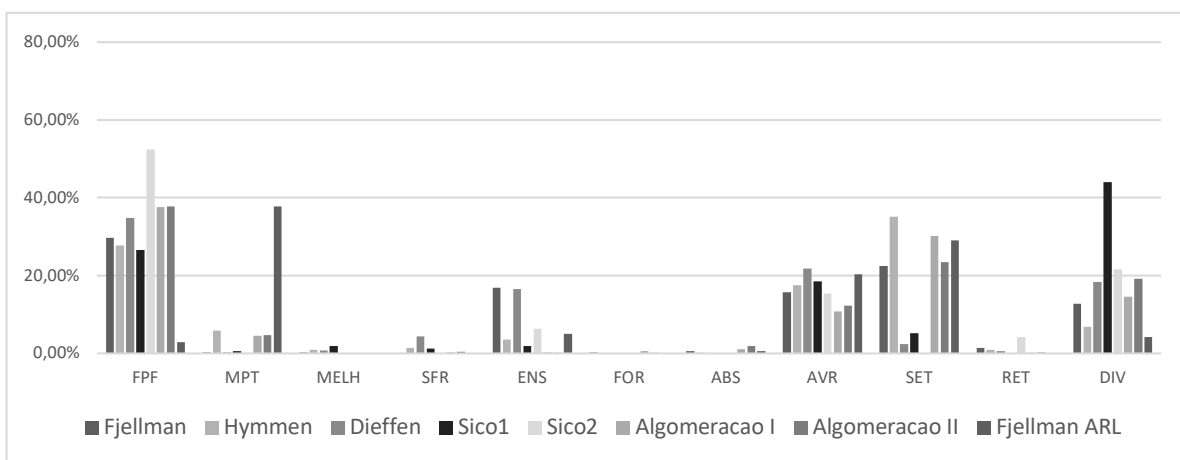


Figura 26 – Distribuição do número de ocorrências por tipo de paragem – I. Aglomeração e prensagem

Ao analisar-se de uma forma mais pormenorizada as paragens, quer de uma forma global, quer por semelhança de equipamentos, concluiu-se que é essencial entender os motivos que levaram ao elevado número de horas associadas à *Falta de Plano de Fabrico* e *Diversos*. Por este motivo, analisou-se as folhas de registo de produção entre maio e setembro de 2017 e realizou-se um inquérito junto dos operadores responsáveis pelo preenchimento das mesmas, com o intuito de encontrar algum tipo de falha.

Concluiu-se que os operadores ao registarem o motivo de *Falta de Plano de Fabrico* tinham, para além dos que seriam expectáveis, os seguintes motivos: deslocação para outras linhas e falta de materiais provenientes de linhas anteriores ao processo; ao registarem *Diversos* os principais motivos são falta de paletes, falta de material, inventário, prensas cheias, limpeza de telas de aço, problemas de qualidade e lanche. Como exemplo disto, na linha de Colagem 6 tem-se cerca de cento e trinta ocorrências de prensas cheias e mais de cinquenta por falta de paletes, por outro lado, perto de sessenta por cento das FPF da Colagem 7 o motivo detetado é o de falta de material.

Ao analisar as folhas de registo de produção detetou-se ainda outra incoerência, a falta de uniformidade nos registos, isto é, os motivos embora semelhantes, eram usados de forma diferente, entre turnos, entre equipamentos e departamentos.

Por todos estes motivos, o primeiro projeto de melhoria passou por reformular o Manual de Paragens e formar os colaboradores para o bom preenchimento dos dados de produção, com o intuito de uniformizar os registos de produção.

4.1.2. O método atual de análise da eficiência dos equipamentos – OEE

Em termos de fluxos de informação, como podemos observar pelo BPMN da figura 27, os dados são recolhidos através do ERP e armazenados em bases de dados para que o mesmo possa calcular o indicador, isto é, os dados são recolhidos diretamente dos registos de produção realizados no momento em que o operador os introduz no computador. Embora os relatórios sejam gerados semanalmente para efeitos de planeamento e controlo de produção, os mesmos podem ser gerados a qualquer momento.

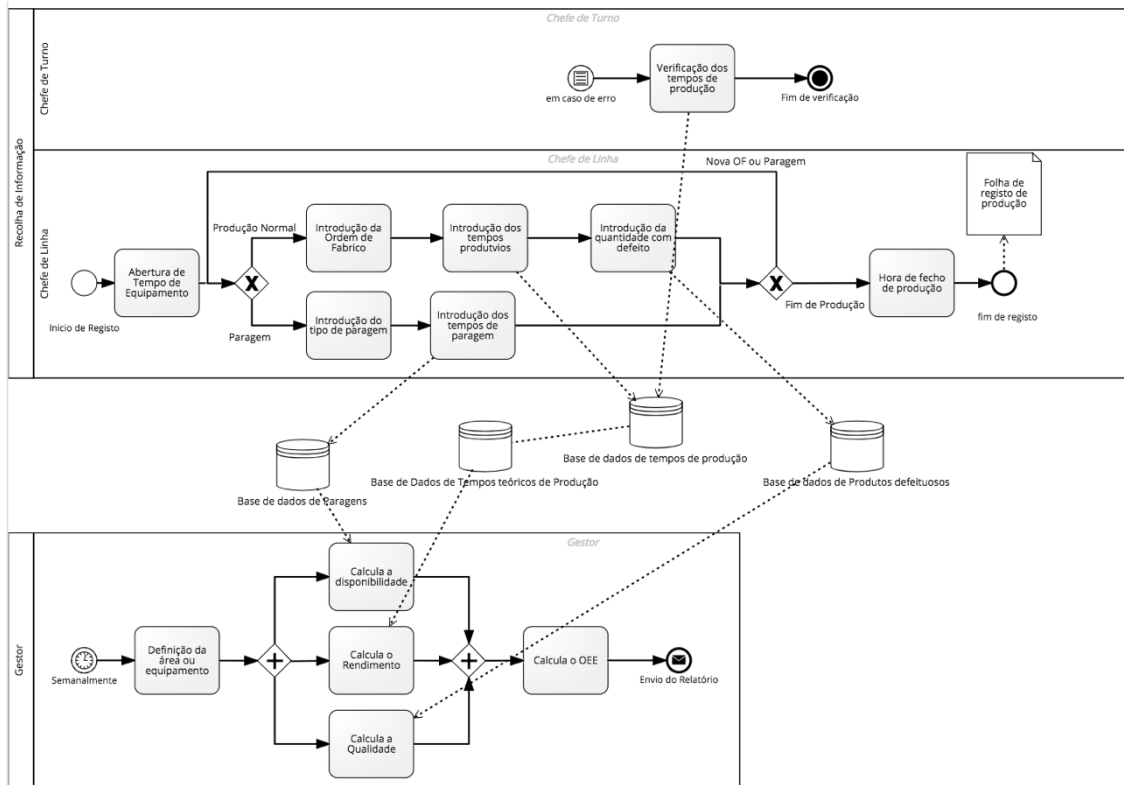


Figura 27 – Diagrama de Cálculo do OEE (elaboração própria)

Como podemos verificar pela equação 2 e pela figura 28, o OEE, para cada linha, é obtido considerando a relação entre a quantidade de produção em bom estado face ao que seria adequado, neste caso o tempo objetivo, pelo tempo de abertura do equipamento.

$$OEE (\%) = \frac{Qt. \text{ Boa (peça)} \times \text{tempo referência Produto (min/peça)}}{\text{Tempo de Abertura (min)}} \quad (2)$$

Tempo Total	
Tempo Abertura	Não Utilizado
	Férias; Lanche;
	Intervalos; Paragens
	Planeadas

Figura 28 – Tempo de Abertura associado ao OEE

O tempo total é o tempo de um dia, isto é, as 24 horas durante os 365 dias. O tempo não utilizado é composto pelas férias, intervalos de refeição e Paragens por Falta de Plano de Fabrico. Ao retirar este tempo não utilizado obtemos o Tempo de Abertura que é a base para o cálculo dos restantes componentes do indicador.

Tendo em conta que a forma como se calcula cada componente do OEE é que difere do que é usual, foi realizada uma análise à forma de cálculo de cada um dos componentes do indicador, Disponibilidade, Rendimento e Qualidade (Sérgio, 2007).

4.1.2.1. Disponibilidade

O indicador Disponibilidade indica qual o tempo real de funcionamento, isto é, ao tempo de Abertura é retirado o somatório de todas as paragens Programadas e Não Planeadas.

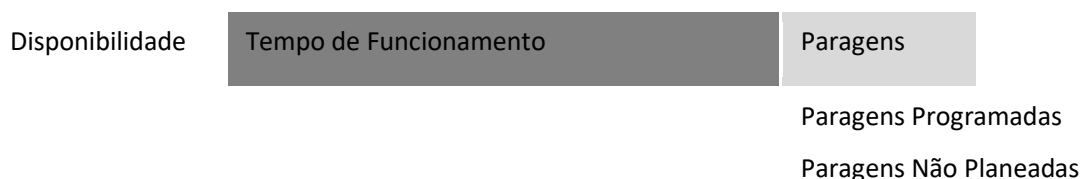


Figura 29 – Tempo associado ao cálculo da Disponibilidade

$$OEE\ Disponibilidade(\%) = \frac{T. Abert - (\Sigma P. Progr. + \Sigma P. Não Planea.)}{Tempo Abertura} \times 100 \quad (3)$$

4.1.2.2. Rendimento

O Rendimento é medido tendo em consideração uma ponderação entre o tempo de produção e o tempo objetivo definido. Este tempo objetivo é um valor intermédio entre o valor definido pela gama operatória do equipamento e o valor teórico do equipamento.

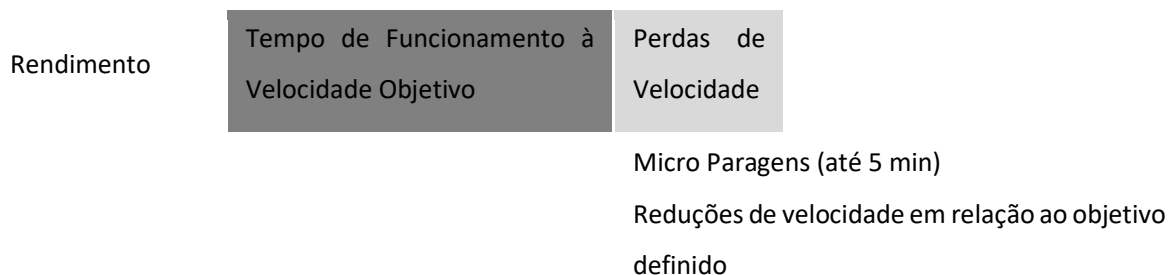


Figura 30 – Tempo associado ao cálculo do Rendimento

$$OEE\ Rendimento(\%) = \frac{Rendimento\ Medido\ ao\ longo\ da\ Produção}{Rendimento\ Objetivo} \times 100 \quad (4)$$

4.1.2.3. Qualidade

A qualidade é calculada de forma a obter a percentagem de produção que realmente se encontra válida para ser comercializada, assim sendo, é obtida a percentagem de tempo que foi necessária para produzir produtos com qualidade.

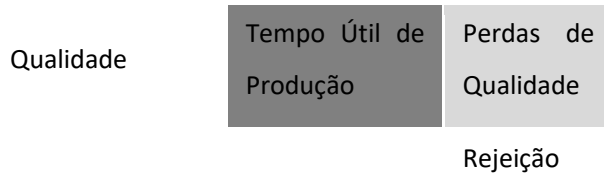


Figura 31 – Tempo associado ao cálculo da Qualidade

$$OEE\ Qualidade(\%) = \frac{Total\ Peças\ Produzidas - \Sigma Peças\ Rejeitadas}{Total\ de\ Peças\ Produzidas} \times 100 \quad (5)$$

Tal como tinha sido referido anteriormente, embora a análise tenha abrangido todos os equipamentos que possuem registos de produção, foi realizada uma análise mais pormenorizada às linhas piloto, uma de Prensagem, Hymmen; uma de Colagem, a Colagem 6; uma de Acabamento de Superfície, a Linha de Envernizamento HRV, uma linha de Corte Final, o Corte Final 5; uma linha de Aglomeração, a Aglomeração 1; uma linha de Componentes Base, Colagem de Blocos e uma linha de retificação, o Pré-corte.

Para ser feita uma avaliação mais coerente, identificaram-se desde logo três tipos de não-conformidades:

- Tipo 1: falta de tempo objetivo, o que impede o cálculo do indicador;
- Tipo 2: não inclusão de todos os tipos de paragem, isto é, uso de falta de plano de fabrico;
- Tipo 3: rendimentos superiores a 100%, o que pode fazer com que o indicador seja superior a 100% também.

A **linha Hymmen** encontra-se localizada em ARO, no departamento de Componentes, e trata-se de uma linha de prensagem onde é adicionado um decorativo a uma base de cortiça. A linha, normalmente, trabalha em regime de três turnos compostos por quatro operadores, e neste equipamento o período de lanche é realizado de forma rotativa, isto é, o equipamento não para. Importa salientar que a prensa Fjellman trabalha com a mesma equipa da Hymmen.

Ao analisar o indicador percebe-se desde logo uma não-conformidade, o indicador superior a 100%, isto deve-se ao facto de o componente Rendimento exceder os 100%, ou seja, a média hora produzida é superior à média hora definida pela AR. Embora não seja perceptível através do gráfico da figura 32, através da análise dos relatórios semanais encontrou-se mais duas não conformidades, a primeira referente à falta de plano de fabrico e a segunda referente à inexistência de tempos definidos para algumas gamas operatórias. Na primeira não-conformidade, a Disponibilidade não representa a realidade pois não inclui todos os tipos de paragem, quanto à segunda impede que o indicador seja calculado pois não existe termo de comparação.

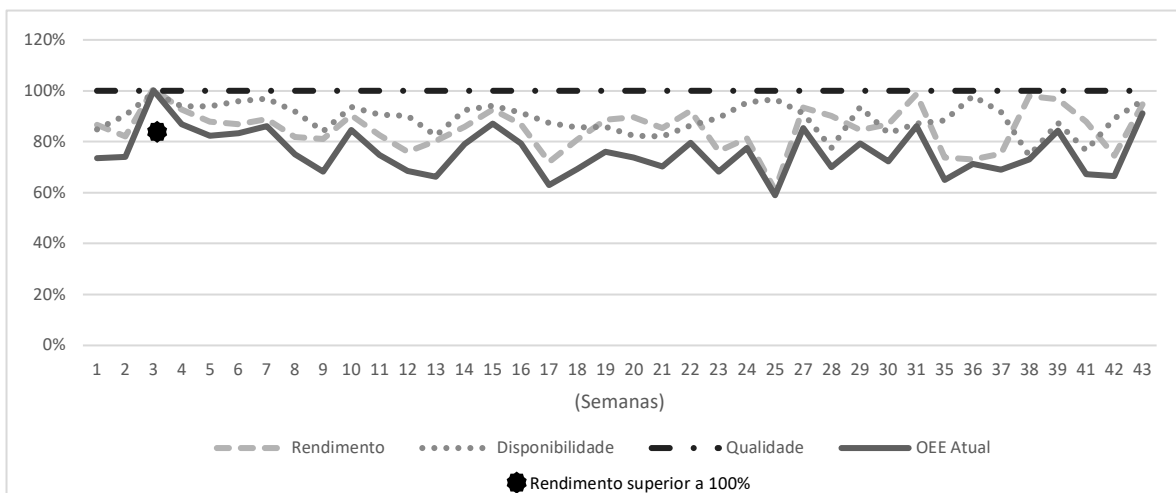


Figura 32 – OEE e seus componentes na linha Hymmen

A **linha de Colagem 6** situa-se em Acabamentos Finais 3, o seu processo produtivo, normalmente, passa por adicionar a uma placa de HDF duas bases de cortiça, obtendo o que se chama de Sanduíche, que é posteriormente prensada. Embora no início do projeto a linha funcionasse em três turnos de seis operadores, atualmente dispõe apenas de dois turnos. De salientar que quando a Colagem 8 produz, as equipas afetas à produção são as da Colagem 6.

Ao analisar o gráfico 33 do indicador compreende-se desde logo que não existem rendimentos superiores a 100%, isto é, os valores definidos para as gamas operatórias pela AR encontram-se razoáveis para o equipamento em questão, no entanto não são os valores teóricos para o equipamento. Ao verificar-se os relatórios semanais conclui-se que existem paragens por Falta de Plano de Fabrico que não são corretamente assinaladas e por sua vez não são contabilizadas para efeitos do componente Disponibilidade.

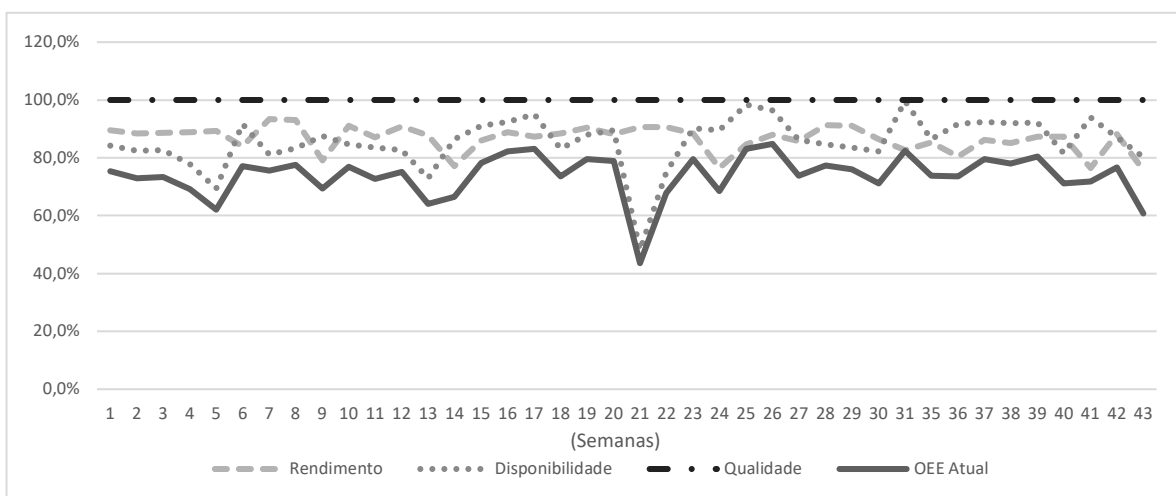
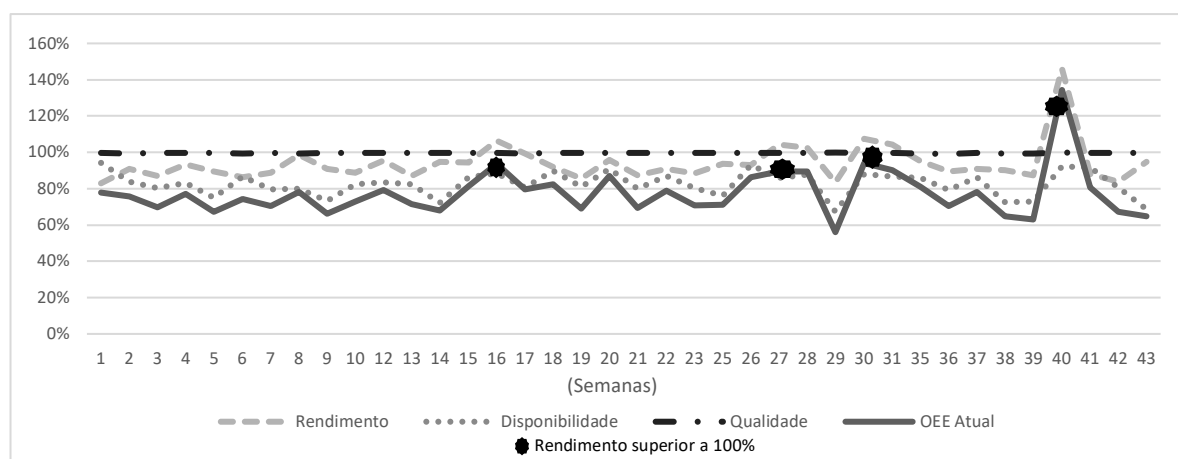


Figura 33 – OEE e seus componentes na linha de colagem 6

A **linha de Envernizamento HRV** é uma linha dedicada ao envernizamento de placas de 900x600 mm, encontra-se localizada em Acabamentos Finais 2 e tem ao seu dispor seis operadores, divididos por três turnos, esses operadores podem ser deslocados para operar na Colagem MDF e Colagem 10. A linha de Envernizamento tem sido utilizada como modelo para desenvolvimentos de metodologias de melhoria contínua, nomeadamente, a implementação de 5S's e a aplicação de SMED, vencendo uma menção honrosa nos últimos prémios *Kaizen Lean* 2018.

Como podemos observar na figura 34, existem vários momentos em que esta linha atinge valores de Rendimento superiores a 100%, isto pode ser justificado, por todas as alterações efetuadas ao longo dos últimos anos e que permitiram a linha evoluir, sem que fossem atualizados os tempos teóricos associados à produção.



O **Corte Final 5** transforma as placas em flutuante acabado, embalado e paletizado. Localizada em Acabamentos Finais 3 é uma das linhas com maior taxa de utilização na AR e conta com três equipas de cinco pessoas, normalmente dedicadas exclusivamente a esta linha.

Embora existam alguns valores para o rendimento muito próximos de 100%, esta é uma linha em que o OEE transmite os valores mais realistas possíveis, isto porque das quarenta semanas apenas em três delas existem registos de FPF, gráfico 35.

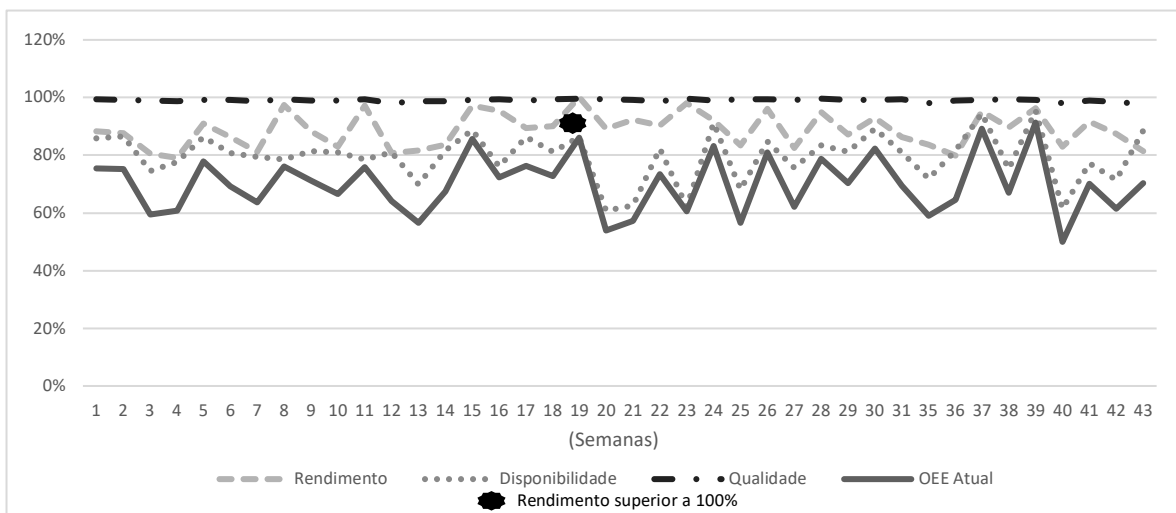


Figura 35 – OEE e seus componentes na linha de Corte Final 5

A **linha de Aglomeração 1** transforma uma mistura de granulado de cortiça em blocos para posteriormente serem laminados, em Lourosa. A linha trabalha automaticamente durante três turnos, contando com um colaborador para controlo e vigilância.

Ao observar-se o gráfico 36, conclui-se que a disponibilidade da linha se encontra a rondar os noventa por cento, no entanto através dos relatórios e da realidade da fábrica, verifica-se que isso não é verdade, pois existem paragens por Falta de Plano em 95% das semanas do intervalo analisado.

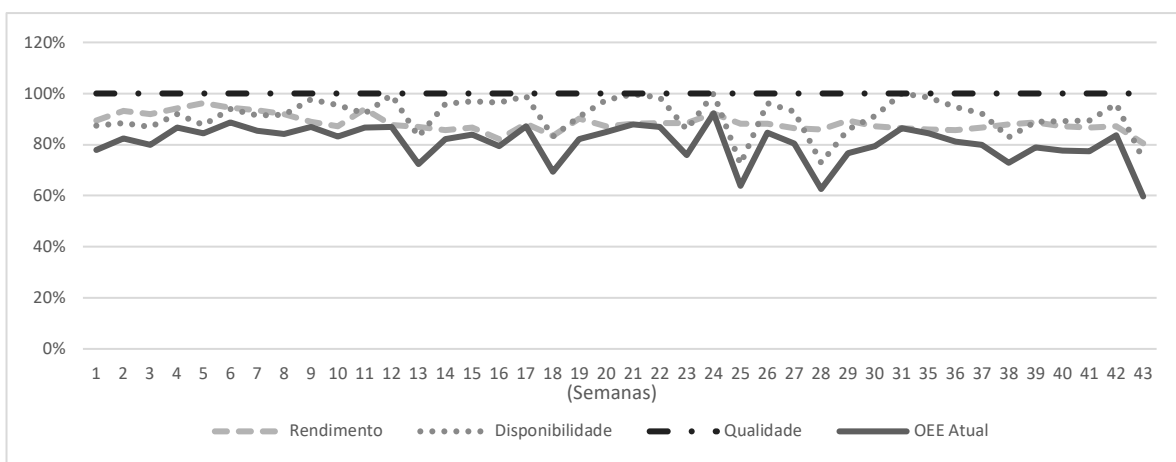


Figura 36 – OEE e seus componentes na linha de Aglomeração 1

Os blocos produzidos nas Aglomerações 1 e 2 tem as dimensões 900x600 em ambos os equipamentos. Na AR as bases de cortiça encontram-se disponíveis nas medidas de 900x600, 1200x600 e 1800x600, para isto ser possível aos blocos são colados partes de bloco ou dois blocos para a medida pretendida, isto é produzido na **linha de Colagem de Blocos**, em ARL. Normalmente a linha trabalha com uma equipa de dois operadores durante um turno.

Através da análise do indicador, gráfico 37, ao longo das semanas conclui-se que praticamente não existem paragens por Falta de Plano, no entanto, o Rendimento tem alguns valores perto dos 100% e em duas situações acaba mesmo por ultrapassar este valor.

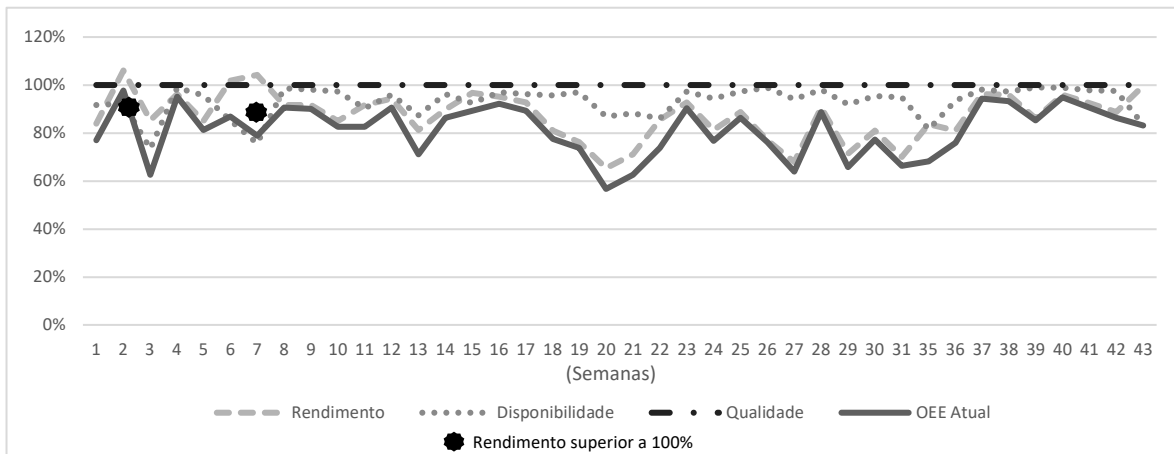


Figura 37 – OEE e seus componentes na Linha de Colagem de Blocos

Por último a linha de **Pré-corte**, localizada na unidade de Lourosa, é responsável por cortar as bases de 900x600 em várias medidas mais pequenas que serão a base para o produto, normalmente do tipo pavimento fixo ou revestimento de parede. Trata-se de uma linha que abastece, corta e paletiza automaticamente, contando, normalmente, com um operador, em dois turnos, aos seus comandos.

Como se pode observar na figura 38, neste equipamento existem bastantes problemas de Rendimento superior a 100%, isto porque para além do tempo objetivo estar desajustado, o processo foi alterado, passando a cortar quatro bases ao mesmo tempo em vez das três que se processavam anteriormente. Para além disto, existem algumas paragens por Falta de Plano que impedem que se transmita a verdadeira realidade da Disponibilidade do equipamento.

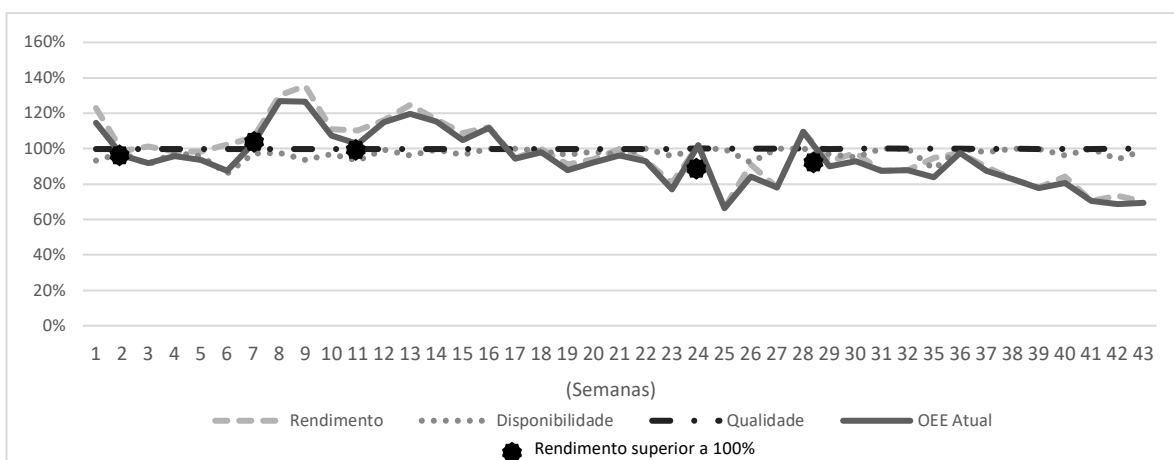


Figura 38 – OEE e seus componentes na linha de pré-corte

4.2. Soluções propostas

Tendo em conta as não-conformidades encontradas considerou-se que o tratamento e organização dos dados de produção seria o primeiro passo a adotar. Dessa forma, a primeira fase passou por criar um plano para a alteração do Manual de Paragens. Só depois da normalização dos registos é que se deu a elaboração de um plano para a alteração do método de cálculo do OEE.

4.2.1. Alteração ao Manual de Paragens

O Manual de Paragens é um documento que procura normalizar os registos de paragens da Amorim Revestimentos. No entanto, através da verificação das folhas de produção ou dos dados fornecidos pelo BAAN, constatou-se que existem algumas falhas, nomeadamente, falta de dados relativos aos registos de produção; falta de normalização dos registos; falta de fiabilidade dos dados para utilização em indicadores que sustentem ferramentas de melhoria; diferenças no registo de paragem entre equipas, linhas e áreas; falta de coerência nos registos e comunicação reduzida entre produção, manutenção e planeamento. No sentido de garantir uma normalização destes dados procedeu-se à alteração do Manual de Paragens.

4.2.1.1. Princípios base

Antes de se pensar numa alteração ao Manual de Paragens, sentiu-se a necessidade de definir o que é para a AR uma paragem e quando existe ou não razão para o seu registo. Dessa forma, paragem é o momento em que não existe produção, mesmo quando o equipamento se encontre operacional; o tempo total contabilizado desde o momento em que a linha parou até que retomou a produção. Definiu-se que existem motivos para o seu registo quando uma equipa, para um dado turno, estiver afeta a um ou mais equipamentos, mas não tenha Ordem de Fabrico para produção; quando uma linha não se encontre em produção, mas existe Plano de Fabrico; quando a equipa se encontra a retrabalhar material; no arranque e paragem do equipamento.

Por outro lado, definiram-se que em determinados momentos não existem motivos para o lançamento de paragem, nomeadamente, nas trocas de turno; em paragens inferiores a cinco minutos, chamadas de micro-paragens, mesmo que existam múltiplas ao longo do turno; nos momentos em que uma equipa afeta a mais do que um equipamento, e um deles se encontrar em funcionamento não se lança paragem; no caso de existir troca de lixas por desgaste, pois foi considerado que deve ser inferior a 5 minutos.

Em termos normas gerais foi ainda criado um esquema para o registo de uma paragem, figura 39.

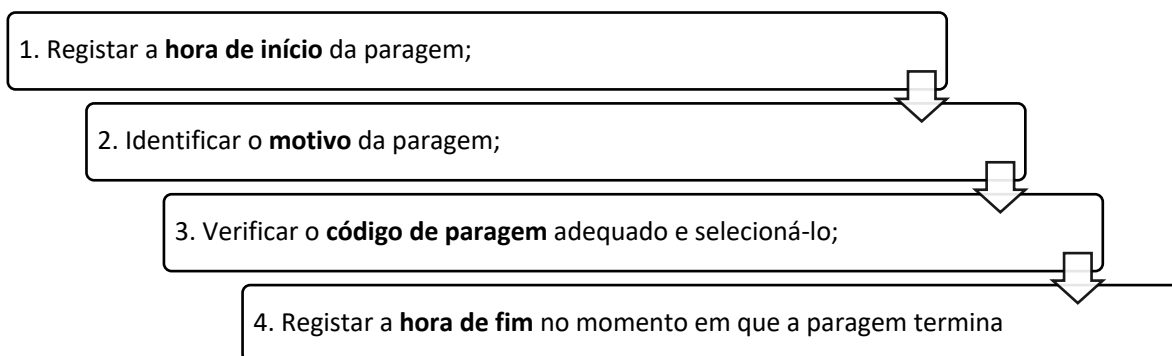


Figura 39 – Procedimento para o registo de paragem

De forma a evitar as falhas de registos encontradas ao longo do estudo realizado, foram criados quatro novos códigos, dois respeitantes ao grupo das paragens programadas e dois respeitantes ao grupo das não planeadas. No grupo das paragens programadas temos os seguintes códigos, i) 2016 - Arranque/Paragem do equipamento, ii) 2017 – Inventário. Quanto aos novos códigos para paragens não planeadas i) 2055 – Falta de energia, ii) 2056 – Falta de Material. Estes quatro novos códigos irão de alguma forma permitir que a distribuição das paragens seja feita de uma forma mais equitativa, como se irá perceber através da análise dos resultados desta implementação.

4.2.1.2. Implementação e Resultados

Para se efetuarem estas alterações foram considerados vários aspetos. Em primeiro lugar, foram ouvidas as opiniões dos chefes de linhas, dos chefes de turno, dos chefes de departamento, da manutenção, da logística e do próprio gabinete de eficiência operacional. As decisões destas entidades foram suportadas pelo estudo elaborado sobre a distribuição das paragens e sobre a forma como estão a ser registadas.

Para se proceder a uma reformulação do Manual de Paragens foi criado um Plano de implementação que envolveu mais de cem pessoas ao longo de cinco meses, iniciado em outubro com a apresentação e validação da reformulação do Manual. Quanto às formações dadas aos colaboradores e acompanhamento dos registos, existiram dois momentos distintos a considerar, em novembro iniciou-se este processo na unidade de Oleiros e no final de dezembro iniciou-se o processo na unidade de Lourosa. Utilizada como suporte para as formações foi criada uma *One Point Lesson* (OPL) com todos os códigos de paragem, assim como os seus significados, que se encontra a figura 40. Como podemos ver no fluxograma da figura 41, o plano é composto por quatro passos.

AMORIM

OPL - ONE POINT LESSON

Manual de Paragens

Linha: Geral

Tarefa: Preenchimento Manual de Paragens

Código	Tipo de Paragem	Descrição
2010	Falta de Plano de Fabrico	Quando não tem Ordem de Fabrico
2011	Manutenção Preventiva	Paragem planeada para limpeza e conservação do equipamento.
2012	Melhorias	Melhorias ou alterações para otimização ou atualização de equipamentos; Intervenções programadas da manutenção; Dinâmicas Kaizen.
2013	Substituição de Ferramentas	Substituição de ferramentas devido a desgaste
2014	Ensaio	Ensaio programado sem Ordem de Fabrico
2015	Formação	Formação interna e externa.
2016	Arranque/ Paragem	Tempo necessário para arranque do equipamento e paragem final do equipamento; Nota: Avaria ou falta de energia durante o arranque, o registo deve ser feito no código de paragem.
2017	Inventário	Inventário da linha;
2050	Absentismo	Paragem do equipamento por ausência de colaboradores Lanche, no caso da linha se encontrar a trabalhar com falta de colaboradores.
2051	Avarias	Paragem da linha por avaria de equipamentos; Nota: na descrição deve conter o numero do AVR que solicita a intervenção da manutenção
2052	Setup	Tempo necessário para mudança de produção (inclui troca de ferramentas e afinações);
2053	Retrabalho	Retrabalho sem Ordem de Fabrico para corrigir falhas no produto; Seleção manual
2054	Diversos	Outras paragens. Nota: Quando se regista uma paragem com o código Diversos, deve ter o motivo da paragem.
2055	Falta de Energia	Falta de energia elétrica, ar comprimido, água, calor, ou auxiliar, como o despoeiramento.
2056	Falta de Material	Paragem por falta de um material ou componentes necessários ao funcionamento normal da linha: Falta de paletes de ferro; Avaria de empilhador que impossibilite o abastecimento de material na linha; Falta de material comprado; Falta de material da linha anterior.

Notas:

1. Paragens inferiores a 5 minutos não são lançadas, mesmo que ao longo do turno existam várias ocorrências;

2. Lançar sempre o motivo da paragem e não a atividade que estiver a ser feita durante a paragem.

Figura 40 – One Point Lesson - Manual de Paragens

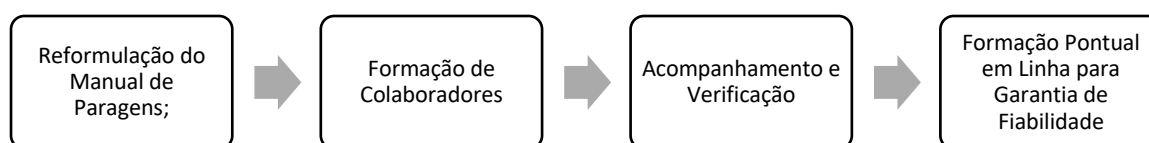


Figura 41 – Fluxograma de implementação do Manual de Paragens

De seguida, apresenta-se um conjunto de dados recolhidos do acompanhamento e verificação. A verificação aos registos de paragem consistiu na análise dos registos de produção desde o momento da formação dada aos colaboradores. Ao longo dos 3 meses seguintes, semanalmente, foram elaborados relatórios para cada uma das áreas com dados referentes às falhas identificadas.

Numa primeira fase fez-se uma análise à distribuição dos motivos associados às paragens registadas. Como se pode observar através dos gráficos da figura 42 e 43, existe uma maior equidade em termos de divisão de tempo e de ocorrências de paragens.

Ao longo destes meses foram analisadas quatro mil quinhentas e noventa paragens que duraram cerca de seis mil quatrocentas e cinquenta e seis horas. Como se verifica pela análise dos gráficos, ao contrário do que acontecia até da formação dos colaboradores, tanto o número de ocorrências como o tempo das mesmas evidenciam melhor a realidade do chão de fábrica. Os quatro novos códigos tiveram um impacto direto na redução dos tipos de paragem que eram os principais motivadores de falhas. Dessa forma, conclui-se que atualmente os registos são mais coerentes, mais fiáveis e permitem um maior espírito crítico, nomeadamente no novo registo de Falta de Material ou Arranque/ Paragem do equipamento.

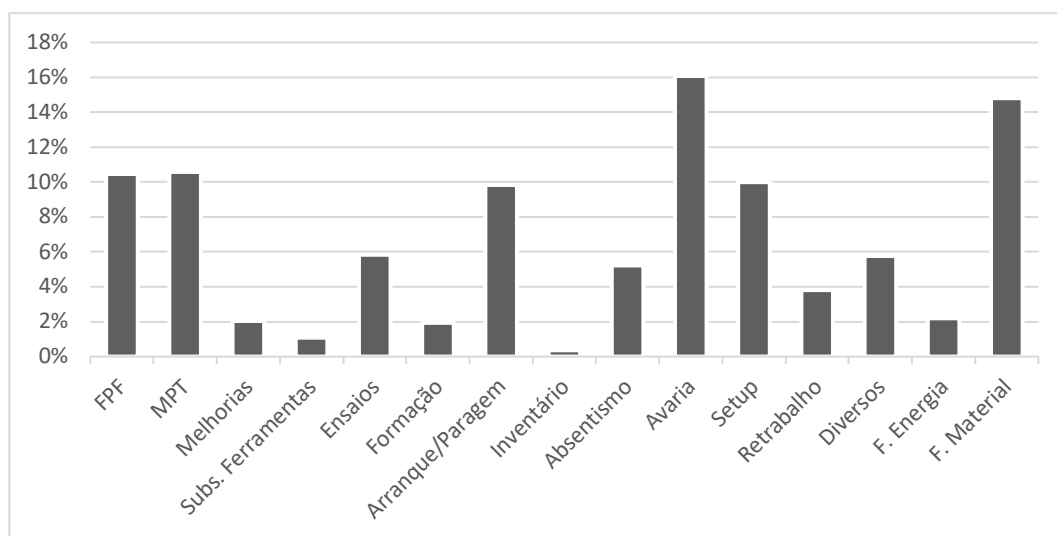


Figura 42 – Distribuição do tempo por tipo de paragem após a implementação das alterações ao Manual

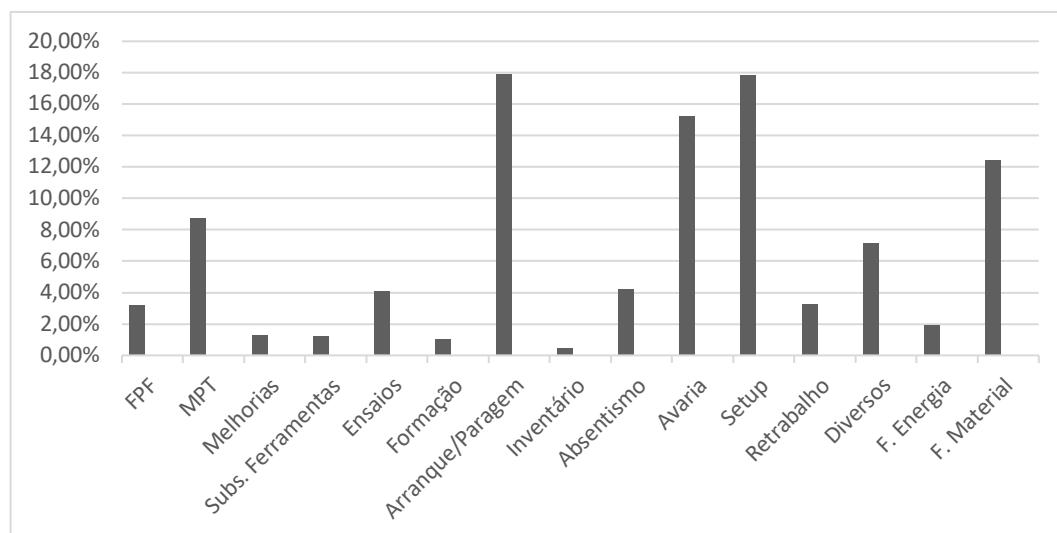


Figura 43 – Distribuição de ocorrência de paragem pelo seu motivo após a implementação das alterações ao Manual

De seguida, analisou-se o efeito desta implementação nas duas unidades industriais, entender quais as principais falhas detetadas e as medidas tomadas para as evitar.

Na **unidade de Oleiros**, figura 44, apurou-se uma redução de setenta por cento das horas registadas de paragem por falta de plano de fabrico; um decréscimo do número de horas por diversos para metade do que se registava, acredita-se que esta redução originou um aumento dos registos de falta de material. Interessante é o facto do enorme desvio encontrado no motivo de Absentismo. Decidiu-se então, junto das linhas, perceber quais os verdadeiros motivos para o seu registo. Concluiu-se que a grande maioria continuava a registar a deslocação de colaboradores como paragem, por este razão a medida a tomar consistiu num maior acompanhamento junto dos operadores.

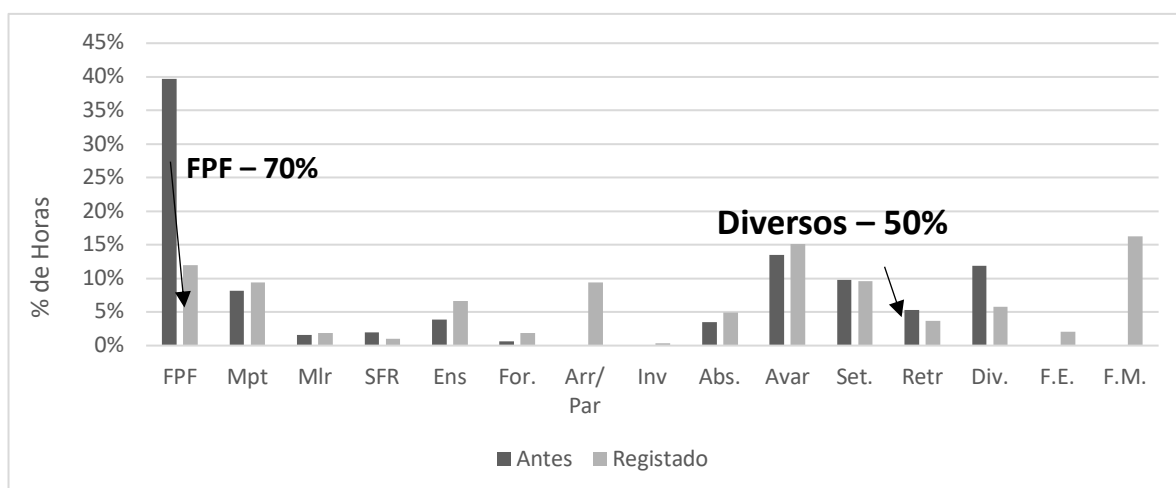


Figura 44 – Comparativo entre o estado anterior e o estado atual, face à implementação do Manual na unidade de Oleiros

Quanto à **unidade de Lourosa**, figura 45, verificou-se uma redução de mais de noventa por cento no número de horas por FPF, foram ainda encontrados vários registos por Diversos que vão contra o que seria esperado. Inicialmente pensou-se que formação suplementar seria o mais adequado, no entanto considerou-se que demonstrar o erro seria o mais adequado a ser feito, isto é, foram fornecidos aos colaboradores cópias dos registos que continham erros de forma a que estes tivessem a possibilidade de verificar em situações futuras.

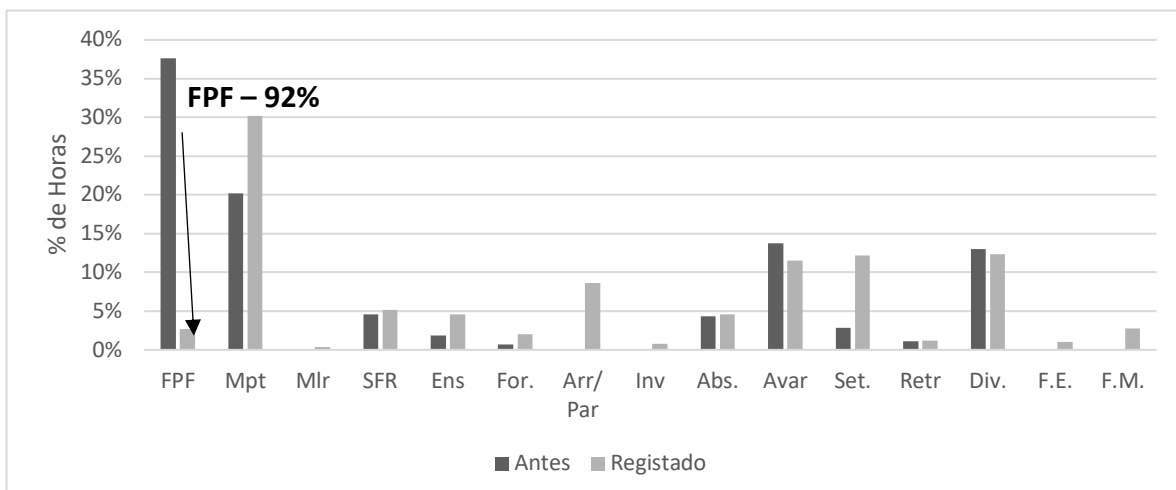


Figura 45 – Comparativo entre o estado anterior e o estado atual, face à implementação do Manual na unidade de Lourosa

Concluído com o novo Manual de Parâmetros foi possível reduzir os motivos por Falta de Plano de Fabrico e Diversos; a justificação para a paragem passa a ser mais clara e de acordo com a realidade do chão de fábrica e garante-se a fiabilidade dos registos, tornando um bom indicador para demonstrar possíveis situações de melhoria.

4.2.2. O novo método de Cálculo do OEE

Tendo em conta o estado inicial do indicador OEE, com dados incoerentes, com baixa fiabilidade e pouca relevância no apoio à tomada de decisão, pretendeu-se aumentar a fiabilidade do indicador para que este possa ser usado como uma ferramenta mais eficiente na tomada de decisão.

4.2.2.1. Identificação das alterações e definição de conceitos

A alteração ao método de cálculo centrou-se em dois dos componentes do OEE: a Disponibilidade e o Rendimento. Atualmente, nem todas as parâmetros influenciam o componente Disponibilidade e o Rendimento é calculado comparando a produção real com tempos objetivos definidos pela AR.

De forma a tentar evidenciar ineficiências que podem ser ocultadas pelas parâmetros pelo motivo de Falta de Plano de Fabrico, a primeira alteração passou por incluir todas as parâmetros no cálculo da Disponibilidade. A segunda alteração por utilizar tempos cronometrados nas condições ótimas de funcionamento, ao utilizar estes tempos o indicador evidencia de forma clara o rendimento dos equipamentos. Tal como referido anteriormente no componente Qualidade nada se alterou na forma de cálculo.



Figura 46 – Proposta de alteração do tempo de Abertura associado ao OEE

Tal como referido anteriormente, o tempo de abertura é obtido retirando ao tempo total disponível o tempo não utilizado por motivo de férias, intervalos e refeições. As Paragens Planeadas deixam então de afetar o Tempo de Abertura e passam a afetar a Disponibilidade do equipamento.

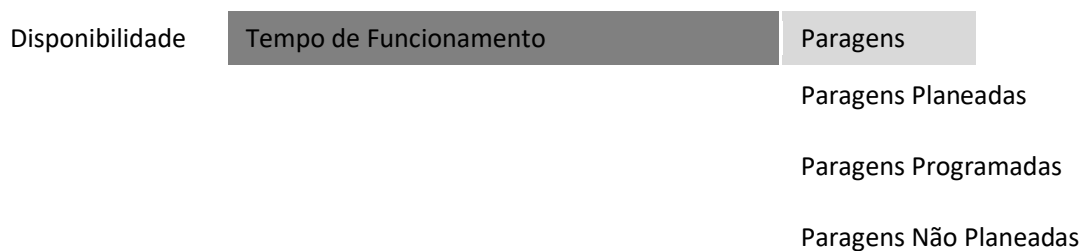


Figura 47 – Proposta de alteração ao tempo associado à Disponibilidade

Assim sendo, todos os tipos de Paragem definidos no Manual de Paragens passam a influenciar este elemento do OEE. Como se verifica na análise dos resultados, isto provocou um decréscimo acentuado nas linhas em que se usam equipas em equipamentos diferentes, pois este é um dos principais motivos para o uso da FPF.

$$OEE\ Disponibilidade(\%) = \frac{Tempo\ Abertura - \Sigma Todas\ Paragens}{Tempo\ Abertura} \times 100 \quad (6)$$

Ao utilizarmos um tempo medido nas condições ótimas, o indicador vai transmitir dados mais realistas e que permitem uma melhor análise e posterior tomada de decisões. O principal desafio desta alteração passou por medir todas gamas operatórias. Na linha da eficiência operacional, tomou-se a decisão de, inicialmente, medir todas as gamas operatórias produzidas em 2017 e dar um maior destaque às gamas mais utilizadas, cerca de duzentas e cinquenta.

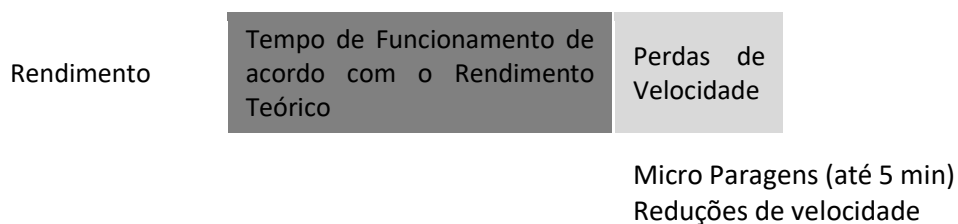


Figura 48 – Proposta de alteração ao tempo associado ao Rendimento

A alteração do Rendimento vai permitir perceber de que forma é que influências como a altura do ano e as alterações climáticas podem ou não influenciar a eficiência do equipamento. Sendo a cortiça um material natural, existem fatores como a humidade relativa que podem influenciar o manuseamento da mesma.

$$OEE \text{ Rendimento}(\%) = \frac{Qt \text{ Produzida} \times \text{Ciclo teórico do produto}}{\text{Tempo de Disponível}} \times 100 \quad (7)$$

4.2.2.2. Planeamento para a implementação e Resultados

Nesta seção apresenta-se o plano para a implementação desta alteração, nomeadamente todos os processos pelos quais a AR passou ou passará ao longo deste processo. Numa fase final percebe-se qual o impacto das alterações no método de cálculo do OEE.

O plano de implementação da alteração do método de cálculo passa por dez passos, figura 49. Desde a garantia e normalização dos registos de produção e utilização do Manual de Paragens até à definição de rotinas de acompanhamento do indicador e de atualizações dos tempos teóricos. Para se elaborar um comparativo do estado atual e do método proposto recorreu-se aos dados da produção referente a 2017, desse modo conseguiu-se garantir que os dados transmitam um efeito imediato destas alterações. No esquema 49 encontram-se todos os passos definidos no plano de implementação.

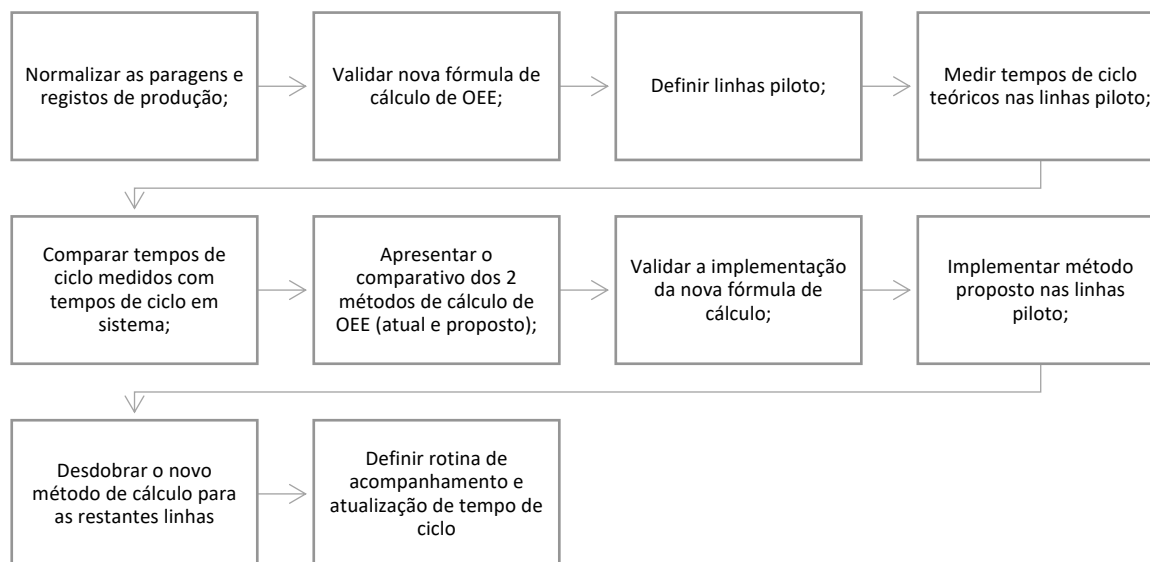


Figura 49 – Fluxograma de implementação da alteração do OEE

Embora, atualmente, seja possível calcular o indicador para as linhas piloto através do método atual e do novo método, continuam a existir tempos de GO que ainda não foram redefinidos. Até ao final deste projeto pretende-se alcançar pelo menos o oitavo passo do plano de implementação.

Como se observa na tabela 5, os desvios entre o estado atual e a proposta de alteração rondam valores entre os 16 e 38 por cento. Estes desvios justificam-se pela alteração dos componentes do OEE: Disponibilidade e Rendimento, os que sofreram alterações ao longo desta implementação. Como se pode perceber na grande maioria dos equipamentos a maior justificação para estes desvios é o Rendimento dos equipamentos.

Tabela 5 – Resultados verificados da proposta de alteração ao método de cálculo do OEE

		Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	OEE
Hymmen	Atual	89,0%	85,0%	100%	75,7%
	Proposta	80,2%	68,4%	100%	54,9%
	Desvio	9,9%	19,5%	-	27,5%
Colagem 6	Atual	87,5%	85,4%	100%	74,7%
	Proposta	84,9%	73,4%	100%	62,3%
	Desvio	2,9%	14,1%	-	16,6%
Verniz HRV	Atual	78,5%	93,9%	99,6%	73,4%
	Proposta	72,0%	76,6%	99,6%	54,9%
	Desvio	8,3%	18,4%	-	25,2%
Corte Final 5	Atual	77,5%	80,7%	98,6%	61,7%
	Proposta	77,0%	64,0%	98,6%	48,6%
	Desvio	0,6%	20,1%	-	21,2%
Aglomeracão 1	Atual	91,0%	89,0%	100%	81,0%
	Proposta	75,7%	89,0%	100%	67,4%
	Desvio	16,8%	0,0%	-	16,8%
Colagem de Blocos	Atual	93,0%	86,0%	100%	80,0%
	Proposta	92,7%	72%	100%	66,7%
	Desvio	0,3%	16,3%	-	16,6%
Pré-Corte	Atual	97,0%	93,0%	100%	90,2%
	Proposta	86,0%	68,0%	100%	55,9%
	Desvio	11,3%	26,9%	-	38,0%

Ao analisar os gráficos seguintes verifica-se que desde o momento em que foi implementado o Manual de Paragens existe um decréscimo do desvio entre o estado atual e a situação proposta, considerando todas as alterações. De salientar que para evitar situações em que seria impossível calcular o indicador, foram retirados todos os registos de produção em que não existe valor objetivo, para a situação, e em

que não existe valor teórico, para a situação. Esta é a situação que representa a real eficiência dos equipamentos ao longo do ano de 2017 e das primeiras semanas de 2018.

Os dados teóricos para comparar a produção real com o que seria expectável foram recolhidas dos históricos existentes, de estudos anteriores realizados por anteriores estagiários ou pelo próprio gabinete de eficiência operacional, pese embora que alguns destes dados se encontrem desatualizados e não têm em consideração todas as ações de melhorias realizadas.

Através da observação da **linha Hymmen**, gráfico 50, verificou-se que o desvio médio anual de 28%, confirmando o que anteriormente já tinha sido referido, após a semana 45, o desvio entre o estado atual e o proposto é menor, isto deve-se à diminuição dos registos de horas por FPF.

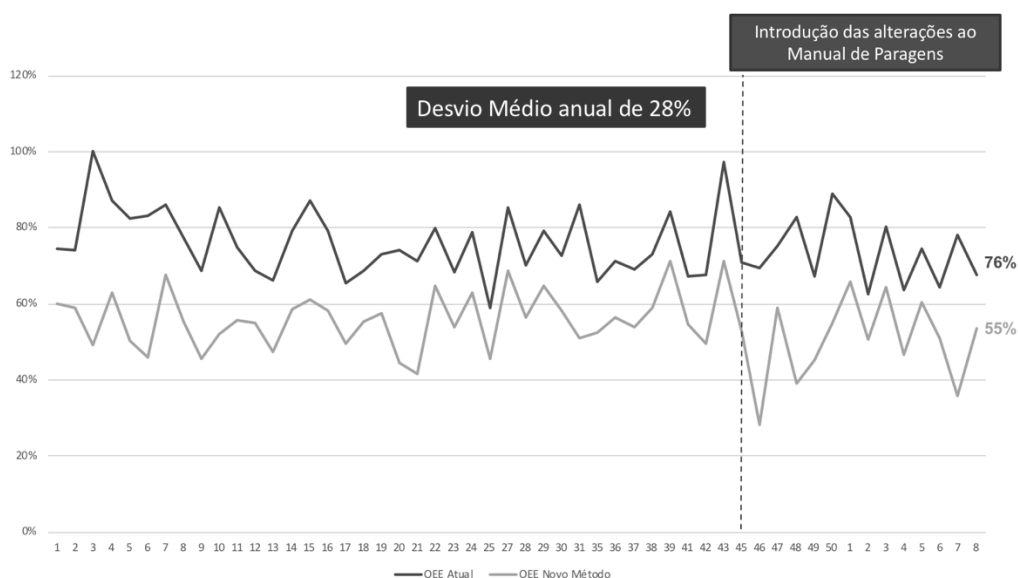


Figura 50 – Comparação entre o Atual método de Cálculo do OEE e a proposta apresentada – linha Hymmen

Em todas as linhas existem ou existiram projetos de melhoria associados, a **linha de Verniz HRV** não é exceção, esta tem sido usada como modelo para a implementação de SMED nas linhas de envernizamento. Aqui é fortemente evidenciado que os tempos teóricos não foram atualizados ao longo destas melhorias, como se pode verificar no gráfico 51 o desvio médio anual é de 25%. E tal como nas outras linhas o desvio é menor a partir da semana 45.

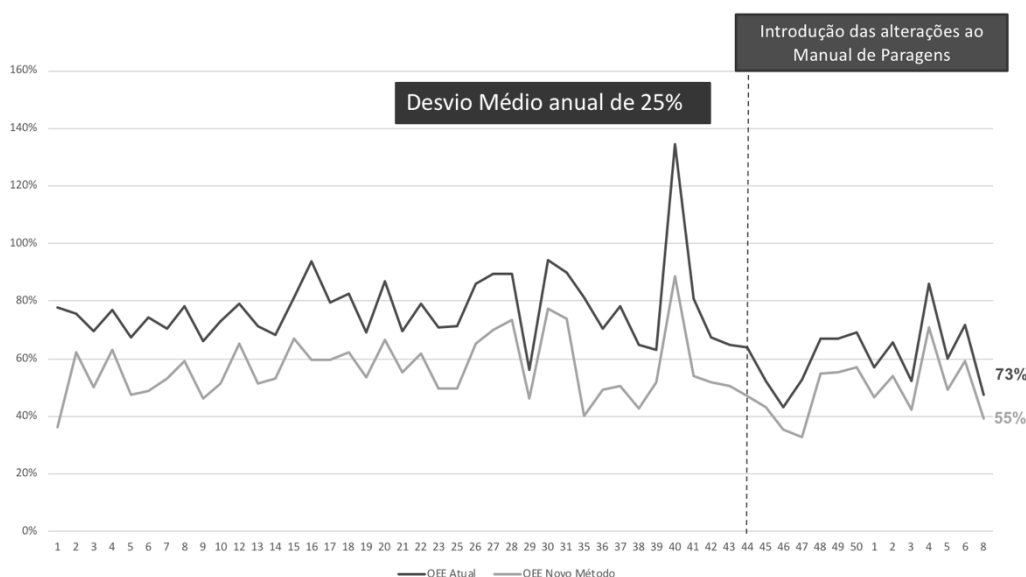


Figura 51 – Comparação entre o Atual método de Cálculo do OEE e a proposta apresentada – linha Envernizamento HRV

A **linha de Corte Final 5** praticamente não tem associadas paragens por falta de plano de fabrico, figura 52. No entanto 20% do desvio do valor do OEE é justificado pelo rendimento do equipamento, dessa forma, não existe uma grande alteração do desvio antes e depois da implementação do manual de paragens.

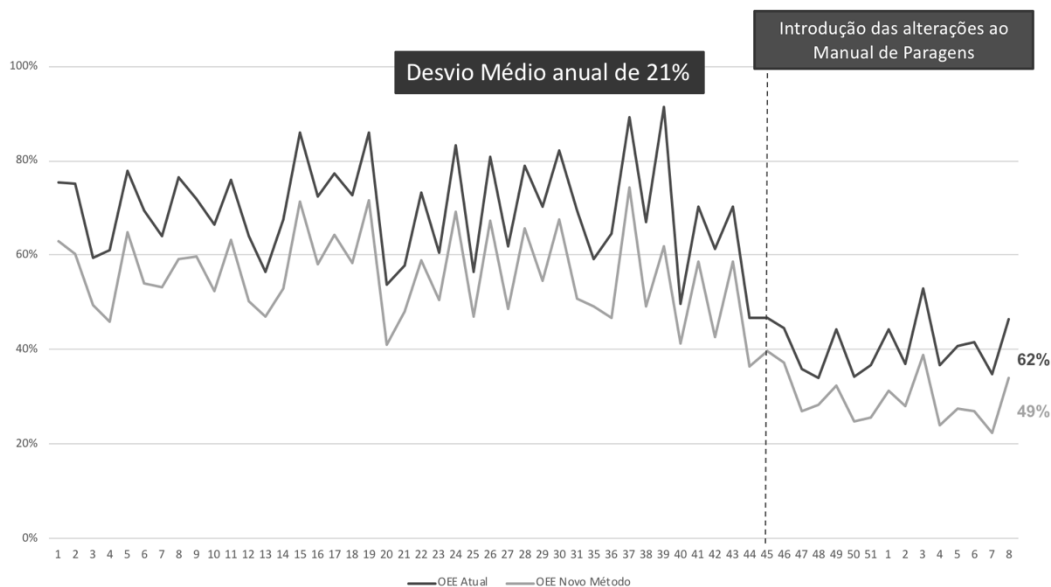


Figura 52 – Comparação entre o Atual método de Cálculo do OEE e a proposta apresentada – linha Corte Final 5

Por último, a linha de Pré-corte tem o maior desvio entre os valores para o indicador calculado através do método atual e do método proposto. Salientar que mais de 25% do desvio é justificado pela alteração ao cálculo do Rendimento, isto é, considerando os rendimentos teóricos. À semelhança de outras linhas

a implementação das alterações das paragens, permitiu uma redução do desvio no componente da disponibilidade. Como podemos observar na figura 53.

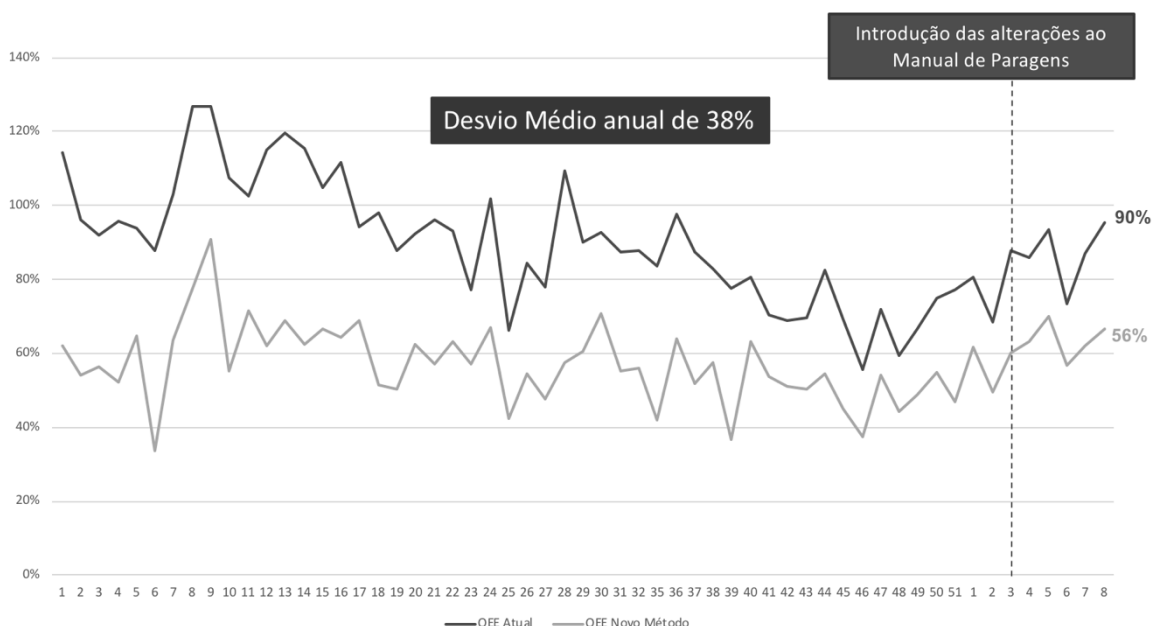


Figura 53 – Comparação entre o Atual método de Cálculo do OEE e a proposta apresentada – linha de Pré-corte

Concluindo, quando se analisou o indicador percebeu-se duas realidades, a primeira é que após a introdução das alterações do Manual de Paragens o desvio do componente Disponibilidade é praticamente inexistente. A segunda é que o rendimento dos equipamentos compara a situação com uma situação inferior ao teórico, desta forma não é possível construir uma situação de melhoria e pode dar origem a situações de rendimentos superiores a 100%.

Será ainda de salientar que até ao momento final deste projeto não foi estudado se existe algum efeito associado ao rendimento dos equipamentos que possa ser provocado pela perceção dos colaboradores, à semelhança do efeito de *Hawthorne*, prevê-se que os indicadores associados ao rendimento do equipamento possam sofrer um decréscimo caso não se verifiquem os tempos de produção rotineiramente.

5. Conclusão

5.1. Considerações Finais

O projeto realizado na Amorim Revestimentos, descrito ao longo do relatório, incidiu sobretudo nos resultados alcançados na melhoria da fiabilidade da informação recolhida no chão de fábrica e na alteração do método de cálculo do indicador de eficiência dos equipamentos, o OEE.

Não desprezando o facto de os objetivos propostos para o projeto não terem sido completamente atingidos, alcançou-se uma perceção global da realidade do processo de cálculo do OEE, situação que até agora não era completamente clara e, mais importante, uma melhoria significativa na globalidade do processo de registo de parâmetros. Tendo em conta a importância da visão de longo prazo na implementação de projetos *Lean*, é de realçar que este projeto se encontra apenas numa fase inicial, mas que, no entanto, já trouxe significativos benefícios à empresa.

Inicialmente foi proposta a aplicação de ferramentas *Lean* numa linha de Colagem, tendo em conta que a linha ainda não estava completa e que os dados que estavam a ser fornecidos para criar situações de melhorias eram incoerentes e pouco robustos, decidiu-se optar por melhorar aquilo que é a base para os futuros projetos, o OEE. Existiram até agora vários projetos de melhorias na AR e todos eles tiveram como base para essas melhorias este indicador. Dessa forma é pertinente perceber qual seria o verdadeiro impacto caso o indicador seja calculado da forma correta.

Um dos principais obstáculos encontrados, sendo um dos principais motivadores para não se conseguir alcançar todos os objetivos propostos, é o facto de existirem mais de mil e seiscentas gamas operatórias ativas na empresa, a atualização de todas elas ia requerer bastante tempo e possivelmente isso não seria o mais sensato a ser feito.

A busca por uma solução que seja capaz de lidar com todos os equipamentos existentes foi também um dos principais obstáculos encontrados no decorrer do projeto, dado que as realidades encontradas entre equipamentos podem ser completamente distintas entre si.

Ainda incidindo sobre a metodologia utilizada, compreendeu-se que a comunicação é um dos recursos chave para alcançar o sucesso dos objetivos. Sendo as pessoas a base da metodologia *Lean*, ao longo do projeto estas foram o motor para atingir os resultados obtidos, visto serem as pessoas a base de toda a informação recolhida no chão de fábrica. A presença nos *Steering* organizados pelo instituto *Kaizen*

permitiram a comunicação com a gestão de topo da importância dos projetos desenvolvidos, dando a conhecer as alterações culturais e de estratégia implementadas.

O BPMN foi muito útil no processo de melhoria, fornecendo uma plataforma partilhada para discussão de procedimentos, para além de permitir espelhar todos processos e não só, de uma forma simples e uniformizada.

Este projeto revelou-se determinante para consolidar os conhecimentos teóricos obtidos ao longo de todo o percurso académico e a oportunidade de os aplicar em processos existentes na organização e, neste caso, de conseguir melhorá-los.

5.2. Desenvolvimentos Futuros

As alterações efetuadas no decorrer do projeto possibilitaram melhorias significativas nos processos, no entanto os objetivos propostos para este projeto não foram alcançados na totalidade. Dessa forma, foram ainda identificados possíveis contributos que podem melhorar ainda mais todo o processo.

Um dos pilares da filosofia *Lean* é a melhoria contínua dos processos, e como tal, deve-se tentar perceber de que forma se pode organizar a informação das Gamas Operatórias, pois só assim conseguiremos organizar a produção de forma eficiente. A não utilização de mais de 70% das GO existentes é um forte indicador que existe uma forte oportunidade de melhoria.

A Corticeira Amorim está a ser alvo de um acompanhamento diário por parte do Instituto *Kaizen*. Esse acompanhamento permite fornecer aos colaboradores ferramentas para melhor identificarem melhorias. Essas ferramentas, no futuro, serão a base para todos os processos de implementação de ações de melhoria nos equipamentos. Contudo, ao longo do projeto, verificou-se que é fundamental formar alguns quadros intermédios, isto é, chefes de turno e chefes de departamento, só assim se conseguirá garantir, a longo prazo, que toda a empresa entenda a cultura de melhoria contínua.

O presente projeto foi desenvolvido tendo em conta as atuais condições dos equipamentos, no entanto é essencial perceber qual o rumo que a empresa pretende tomar. Desta forma e tendo em conta que a era da Indústria 4.0 pretende introduzir as tecnologias de informação de forma a utiliza-las como alavanca para o aumento da eficiência das organizações, nomeadamente na coordenação dos sistemas de produção. Neste sentido, propõe-se que no futuro este modelo não necessite de dados recolhidos por operadores, mas sim de equipamentos e sensores, Internet das Coisas (IoT), incorporados nos equipamentos. Acredita-se que a otimização destas operações irá permitir um aumento da fiabilidade dos indicadores, mas mais importante, a disponibilidade imediata dos dados, permite uma resposta

imediate na produção, evitando a espera ou processamento desnecessário (Hwang, Lee, Park, & Chang, 2017).

No diagrama de processos da figura 54 é proposto um novo método de cálculo baseado nestas premissas, neste sentido, não é a forma de calcular que se altera, mas sim a forma como se recolhem os dados de produção (Pacheco, Texeira, Vilarinho, & Ramos, 2018).

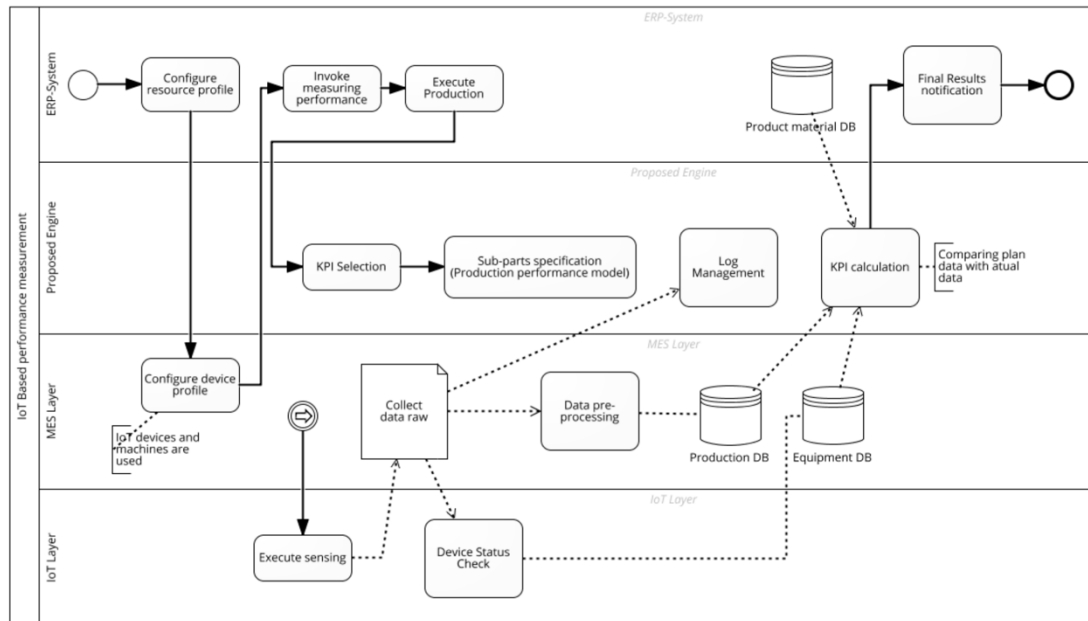


Figura 54 – Diagrama de Cálculo do OEE baseado na Indústria 4.0 (Pacheco et al., 2018)

No que toca a outros projetos, a cronometragem de tempos de produção é uma ferramenta que permite encontrar ineficiências nos processos produtivos. Ao analisar os diferenciais entre saídas de produtos encontrados verificamos que há situações em que as melhorias são de fácil identificação e, normalmente, de simples resolução.

6. Referências Bibliográficas

- Abernathy, W. J., & Clark, K. B. (1985). Innovation : Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14, 3–22.
- Abramova, I. G., & Abramov, D. A. (2018). Overall Equipment Effectiveness Implementation Criteria. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 302(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/302/1/012052>
- Abu Rub, F. A., & Issa, A. A. (2012). A business process modeling-based approach to investigate complex processes. *Business Process Management Journal*, 18(1), 122–137. <https://doi.org/10.1108/14637151211215046>
- Al-Mudimigh, A. S. (2007). The role and impact of business process management in enterprise systems implementation. *Business Process Management Journal*, 13(6), 866–874. <https://doi.org/10.1108/14637150710834604>
- Amorim, G. (2016). *Relatório de Contas Amorim 2016*. Retrieved from https://www.amorim.com/xms/files/Investidores/5_Relatorio_e_Contas/RelatorioContas2016.pdf
- Amorim, G. (2017). Review Corticeira Amorim. *Corticeira Amorim*. Retrieved from www.amorim.com/cor_glob_cortica.php
- APCORK. (2017). *Cork*.
- ARAUJO, M. A. (2009). *Administração de Produção e Operações: uma abordagem prática*. (Brasport, Ed.). Rio de Janeiro.
- Bamber, C. J., Castka, P., Sharp, J. M., & Motara, Y. (2003). Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9(3), 223–238. <https://doi.org/10.1108/13552510310493684>
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56–72. <https://doi.org/10.1108/17410380610639506>
- Braglia, M., Frosolini, M., & Zammori, F. (2008). Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML). *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(1), 8–29. <https://doi.org/10.1108/17410380910925389>
- Buller, P. F., & Bell, C. H. (1986). Effects of Team Building and Goal Setting on Productivity: a Field Experiment. *Academy of Management Journal*, 29(2), 305–328. <https://doi.org/10.2307/256190>
- CHAND, G., & SHIRVANI, B. (2000). Implementation of TPM in cellular manufacture. *Journal of Material Processing Technology*, 103, 149–154.
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards and Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Climent, C., Mula, J., & Hernández, J. E. (2009). Improving the business processes of a bank. *Business Process Management Journal*, 15(2), 201–224. <https://doi.org/10.1108/14637150910949452>
- Cull, R., & Eldabi, T. (2010). A hybrid approach to workflow modelling. *Journal of Enterprise Information Management*, 23(3), 268–281. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0216>
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488–1502. <https://doi.org/10.1108/01443570010355750>
- Davenport, T. H. (1993). *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Harvard Business School Press.
- ELMAGHRABY, S. E. (1991). Manufacturing Capacity and its measurement: a critical evaluation. *Computers Operation Research*, 18(7), 615–627.
- Fishman, C. (1998). The war for talent. *Fast Company*, 16(104).
- Gasch, S. (1996). *Alan Kay*. (interactive learning with a digital library in computer science project, Ed.).
- Geiger, M., Harrer, S., Lenhard, J., & Wirtz, G. (2018). BPMN 2.0: The state of support and implementation. *Future Generation Computer Systems*, 80, 250–262. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.01.006>
- Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Harper Business.
- Hansen, R. C. (2006). *Eficiência Global dos Equipamentos* (1st ed.). Bookman.
- Harmon, P. (2010). *Business Process Change: A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals*. (Elsevier, Ed.).

- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437.
- Huang, S. H., Dismukes, J. P., Shi, J., Su, Q., Wang, G., Razzak, M. A., & Robinson, D. E. (2002). Manufacturing system modeling for productivity improvement. *Journal of Manufacturing Systems*, 21(4), 249–259. [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(02\)80165-0](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(02)80165-0)
- Hwang, G., Lee, J., Park, J., & Chang, T.-W. (2017). Developing performance measurement system for Internet of Things and smart factory environment. *International Journal of Production Research*, 55(9), 2590–2602. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1245883>
- Imai, M. (2004). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*.
- Institute Kaizen. (2008). *OEE Eficiência Operacional*. Kaizen Institute.
- Jago, A. . (1982). Leadership: Perspectives in theory and research. *Management Science*, 28(3), 315–336. <https://doi.org/10.1287/mnsc.28.3.315>
- Jeong, K., & Phillips, D. T. (2001). Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1404–1416. <https://doi.org/10.1108/EUM000000000006223>
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. *International Journal of Operations and Production Management*, 19(1), 57–78.
- Kueng, P., Kawalek, P., & Bichler, P. (1996). How to compose an object-oriented business process model? In *Method Engineering, Proceedings of the IFIP WG8.1/WG8.2 Working Conference*. Atlanta, GA.
- KWON, O., & LEE, H. (2004). Calculation methodology for contributive managerial effect by OEE as a result of TPM activities. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10(4), 263–272.
- Levitt, T. (1960). Marketing myopia. *Harvard Business Review*, 38(4), 24–47.
- Lin, F., Yang, M., & Pai, Y. (2002). A generic structure for business process modeling. *Business Process Management Journal*, 8(1), 19–41. <https://doi.org/10.1108/14637150210418610>
- Ljungberg, Ö. (1998). Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5), 495–507. <https://doi.org/10.1108/01443579810206334>
- Lusa. (2017, May 3). Setor da cortiça exporta 937,5 ME em 2016 e bate recorde. *Diário de Notícias*. Retrieved from <https://www.dn.pt/lusa/interior/setor-da-cortica-exporta-9375-me-em-2016-e-bate-recorde-7202128.html>
- McCulloch, P., Rathbone, J., & Catchpole, K. (2011). Interventions to improve teamwork and communications among healthcare staff. *British Journal of Surgery*, 98(4), 469–479. <https://doi.org/10.1002/bjs.7434>
- Medina-Mora, R., Winograd, T., Flores, R., & Flores, F. (1992). The action workflow approach to workflow management technology. *Information Society*, 281–288. <https://doi.org/10.1080/01972243.1993.9960152>
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535. <https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
- Nakajima, S. (1989). *Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance*.
- Nicolas, R. (2004). Knowledge management impacts on decision making process. *Journal of Knowledge Management*, 8(1), 20–31. <https://doi.org/10.1108/13673270410523880>
- Object Management Group (OMG). (2011). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. *Business*, 50(January), 170. <https://doi.org/10.1007/s11576-008-0096-z>
- Oliver, N., Schab, L., & Holweg, M. (2007). Lean principles and premium brands: Conflict or complement? *International Journal of Production Research*, 45(16), 3723–3739. <https://doi.org/10.1080/00207540701223600>
- Ould, M. A. (1995). *Business Processes : Modelling and Analysis for Re-Engineering and Improvement*. (Wiley, Ed.).
- Pacheco, H., Texeira, L., Vilarinho, P., & Ramos, A. L. (2018). Using BPMN to Improve Industrial Processes: The Case of the Method of Calculation of OEE, 9.
- Parks, C. M. (2002). Instill Lean Thinking. *Industrial Management*, 44(5), 14–18.
- Prokesch, S. E. (1997). Unleashing the Power of Learning: An Interview with British Petroleum's John

- Browne. *Harvard Business Review*, 75(5), 46–68.
- Reijers, H. A. (2006). Implementing BPM systems: the role of process orientation. *Business Process Management Journal*, 12(4), 389–409. <https://doi.org/10.1108/14637150610678041>
- Sartori, E. (2004). *Gestão de preços: estratégia e flexibilização de preços, fidelização de clientes e aumento de rentabilidade*. Atlas.
- Sérgio, A. (2007). *Estudo para implementação do OEE na Amorim Revestimentos*.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/J.JOM.2007.01.019>
- Shaw, D. R., Holland, C. P., Kawalek, P., Snowdon, B., & Warboys, B. (2007). Elements of a business process management system: theory and practice. *Business Process Management Journal*, 13(1), 91–107. <https://doi.org/10.1108/14637150710721140>
- Silva, J. P. A. R. da. (2013). *OEE – A FORMA DE MEDIR A EFICÁCIA DOS EQUIPAMENTOS*.
- SINK, D. S., & TUTTLE, T. C. (1989). Planning and measurement in your organization. *Norcross, Industrial Engineering and Management Press*.
- Stadnicka, D., & Antosz, K. (2018). Overall Equipment Effectiveness: Analysis of Different Ways of Calculations and Improvements, 45–55. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68619-6_5
- Suzuki, T. (1994). *TPM in process industries*. (P. Press, Ed.). Portland.
- Tangen, S. (2005). Desmystifying productivity and performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54(1), 34–46.
- Tbaishat, D. (2010). Using business process modelling to examine academic library activities for periodicals. *Library Management*, 31(7), 480–493. <https://doi.org/10.1108/0143512011071184>
- Tjosvold, D. (1990). *The Conflict Positive Organization: Stimulate Diversity and Create Unity*. Addison-Wesley.
- Toor, T. P. S., & Dhir, T. (2011). Benefits of integrated business planning, forecasting, and process management. *Business Strategy Series*, 12(6), 275–288. <https://doi.org/10.1108/17515631111185914>
- Trkman, P. (2010). The critical success factors of business process management. *International Journal of Information Management*, 30(2), 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2009.07.003>
- Van Gorp, P., & Dijkman, R. (2013). A visual token-based formalization of BPMN 2.0 based on in-place transformations. *Information and Software Technology*, 55(2), 365–394. <https://doi.org/10.1016/J.INFSOF.2012.08.014>
- Vergidis, K., Turner, C. J., & Tiwari, A. (2008). Business process perspectives: Theoretical developments vs. real-world practice. *International Journal of Production Economics*, 114(1), 91–104. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2007.12.009>
- Warnecke, H. J., & Hüser, M. (1995). Lean production. *International Journal of Production Economics*, 41(1–3), 37–43. [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(95\)00080-1](https://doi.org/10.1016/0925-5273(95)00080-1)
- Werkema, M. C. C. (1995). *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos / Total quality management*. Belo Horizonte; Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Fundação Christiano Ottoni;
- Womack, J. P. (2002). Lean thinking: Where have we been and where are we going? *Manufacturing Engineering*, 129(3), L2–L6.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*.
- Yang, S., & Ok Choi, S. (2009). Employee empowerment and team performance. *Team Performance Management: An International Journal*, 15(5/6), 289–301. <https://doi.org/10.1108/13527590910983549>